

TARTU ÜLIKOOL
Majandusteaduskond
Ettevõtetmajanduse instituut

Katrin Tomson

ÜLIKOOLI ROLL INIMVARA TOOTJANA EESTI BIOTEHNOLOOGIA SEKTORI NÄITEL

Magistritöö ärijuhtimise magistrikraadi taotlemiseks
ettevõtluse ja tehnoloogia juhtimise erialal

Juhendajad: prof. Urmas Varblane
Vanemteadur Kadri Ukrainski

Tartu 2013

Soovitan suunata kaitsmisele

(juhendaja allkiri)

Kaitsmisele lubatud “ “..... 2013. a.

..... õppetooli juhataja

.....

(õppetooli juhataja nimi ja allkiri)

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....

(töö autori allkiri)

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. ÜLIKOOLI ROLL INIMVARA TOOTJANA INNOVATSIOONISÜSTEEMIS.....	8
1.1 Ettevõtete ja ülikoolide koostöö innovatsiooniprotsessis	8
1.2 Inimvara kui kriitiline tegur innovatsiooniprotsessis	23
1.3 Riiklik innovatsioonisüsteem ja biotehnoloogia	37
2. EMPIIRILINE UURING INIMVARAST EESTI BIOTEHNOLOOGIA SEKTORIS.....	48
2.1 Ülevaade Eesti biotehnoloogia ettevõtlusest ja kõrgharidusest	48
2.2 Empiirilise uuringu meetod, uurimisprotseduur ja valim	57
2.3 Küsimustiku ja intervjuude tulemused	62
2.4 Järeldused ja sellest tulenevad soovitused	81
KOKKUVÕTE.....	93
VIIDATUD ALLIKAD	96
LISAD	110
RESÜMEE.....	114

SISSEJUHATUS

Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia on seadnud biotehnoloogia üheks võtmealaks (Teadmistepõhine Eesti, 2007: 6). Kuigi biotehnoloogia on suhteliselt noor sektor, on sel hetkel oma kõrge lisandväärtuse tõttu potentsiaal saada oluliseks Eesti majanduskasvu allikaks. Antud sektoril on Eestis pikaajaline traditsioon, mis on alguse saanud juba Nõukogude Liidust. Hetkel on Eestis ligi 50 biotehnoloogia ettevõtet, kus on tööl üle 400 inimese. Tartu Ülikool ja Tallinna Tehnikaülikool on kaks peamist ülikooli, mis pakuvad kõrgharidust loodusteaduste vallas ning seega on nad regionaalseteks teadmiste loomise keskusteks. Enamik Eesti biotehnoloogia ettevõtteid on tihedalt seotud vähemalt ühega neist ülikoolidest. Teadus ja arendus, sarnaselt innovatsioonile, on teadmispõhise majanduse tuumikuks ning on oluliseks osaks majanduse arengus.

Majanduskasvu ja konkurentsivõime aluseks on saanud innovatsioon ehk võime luua ja rakendada uut teadmust protsesside või toodete loomiseks ning täiustamiseks. Ilma innovatsioonita ei ole praeguseks ei ettevõtetel ega ka riikidel võimalik säilitada turuliidri rolli ja seega on innovatsioon ääretult oluline nii majanduslikus kui ka sotsiaalses arengus. Innovatsiooni tekke aluseks on ettevõtetes, ülikoolides ja muudes riiklikes institutsioonides ja eelkõige just nende koostööst tekkinud organisatsioonides olev teadmus ning erinevate osapoolte vaheline koostöö ja kommunikatsioon, mis viib läbi teadmiste vahetamise uute lahendusteni.

Teadmuse edasikandjateks on neis olevad inimesed. Inimvaral on eesti keeles väga lai tähendus ja see on defineeritud autorite poolt erinevalt. Näiteks Eesti Inimvara Raporti kohaselt võib rääkida inimvara erinevatest mõõtmetest alates üldisest demograafiast ja inimeste tervisest, teadmistest ja hoiakutest, kuni nende võimetekohase ja efektiivse

rakendatuseni ühiskonnas (Eesti inimvara raport. 2010). Enamik autoreid käsitleb inimvara definitsiooni all läbi hariduse kui töökogemuse saadud kogemusi ja seega ka oskusi, mis peituvad ühes kindlas indiviidis. Antud töös on inimvara käsitletud vastena inglisekeelsele terminile „*human capital*“ pigem kui laialdasemale terminile „*human resources*“, ehk siis tegu on inimestega, kes panustavad organisatsiooni arengusse läbi oma oskuste, kogemuste ja teadmiste.

Antud töö eesmärgiks on anda soovitusi edendamaks ülikooli rolli tööstuse jaoks vajaliku inimvara tootmiseks Eesti biotehnoloogia sektoris. Ülikooli roll innovatsioonis on saanud paljude uurimuste aluseks, kuid paraku keskendutakse tavaliselt pigem ülikoolidele, kui rakendatavate uuenduste ja teadmuse allikale. Ettevõtete ja ülikooli vahel on võimalikud paljud erinevad koostöö vormid ja neid vahendavad peamiselt just inimesed. Ülikooli roll inimvara tootjana on jäänud mõneti ettevõtliku ülikooli käsitluse varju. Ka innovatsioonisüsteemide raamistikus on inimvara saanud suhteliselt vähe tähelepanu. Kuigi kirjandus inimvara alal on just viimasel kümnendil saanud mitmete uuringute objektiks, on oluline siduda nii innovatsioonisüsteeme, inimvara kui ka ülikooli rolli selle tootjana üheks tervikuks. Töö keskendub ülikooli poolt tööstuse jaoks vajaliku inimvara pakkumise ettevalmistamisele biotehnoloogia sektoris ja rõhutab inimvara olulisust innovatsiooni tekkes.

Töö eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgmised uurimisülesanded:

1. Analüüsida innovatsioonisüsteemide teoreetilist käsitlust inimvara aspektist;
2. Leida kokkupuutepunkte inimvara, tööjõuturu ja innovatsiooni käsitlustes;
3. Kirjeldada ettevõtete ja tööstuse vahelisi koostöö võimalusi;
4. Kirjeldada ülikooli osa teadmuse tootmises;
5. Kirjeldada riiklikku innovatsioonistrateegiat;
6. Võrrelda riike põhinedes nende innovatsioonistrateegiale
7. Kirjeldada Eesti biotehnoloogia sektorit nii ettevõtluse kui kõrghariduse aspektist;
8. Küsimustikule ja intervjuudele tuginedes anda ülevaade hetkeolukorrast ülikooli ja tööstuse seosest ning sellega seotud inimvara arengust Eesti biotehnoloogia sektoris;
9. Võrrelda uurimistulemusi varasemate uuringutega ja teha ettepanekuid ülikooli rolli kui inimvara ettevalmistaja edendamiseks.

Töö on jaotatud kaheks peatükiks. Esimene peatükk tegeleb teoreetilise kirjandusega innovatsioonisüsteemide, inimvara ja ülikoolide teemal. Tutvustatakse erinevaid lähenemisviise ja teooriate arengut. Teine osa annab ülevaate Eesti biotehnoloogia sektorist ja empiirilisest uuringust, mis analüüsib inimvara situatsiooni Eesti biotehnoloogia sektoris. Teoreetilise poole esimene osa tutvustab innovatsiooni ja innovatsiooniprotsessi teoreetilist käsitlust. Innovatsiooni on seletatud läbi erinevate mudelite, mille muutumist ajas antud peatükk kajastab. Mudeleid võrreldakse inimvara olulisust silmas pidades. Kirjeldatakse ettevõtete ja ülikoolide erinevaid koostöökanaleid, mis võimaldavad teadmuse ülekannet. Teises osas antakse ülevaade inimvara definitsioonist ja kirjeldatakse inimvara olulisust nii innovatsioonisüsteemides kui ka majanduse üldises arengus. Kirjeldatakse, kuidas ülikool on aja jooksul muutunud, eelkõige õpetamise asutusest ettevõtlikuks ülikooliks ning kuidas selle kaudu on mõjutatud ülikooli kui inimvara tootja roll. Viimaks kirjutatakse põhjalikult lahti riikliku innovatsioonistrateegia mõiste ning võrreldakse strateegiate rakendamist kolmes riigis: Singapuris, Taanis ja Iirimaal.

Töö teise peatüki raames viidi läbi kaheosaline uuring leidmaks Eesti biotehnoloogia kitsaskohti inimvara aspektis ja nende probleemide võimalikke lahendeid. Saamaks paremat sektori ülevaadet võimalikult esindusliku valimi loomiseks on peatüki esimeses osas kirjeldatud nii biotehnoloogias tegevad ettevõtteid kui ka sellega seotud akadeemilisi asutusi. Teises peatükis on ära toodud uuringu lõplik valim ning on tutvustatud ettevõtetele saadetud küsimustikku ja biotehnoloogia sektori võtmeinimestega läbi viidud intervjuusid. Kolmandas osas on välja toodud küsimustike ja intervjuude tulemused. Peatüki viimane osa koosneb tulemuste arutelust ja eelneva kirjanduse põhjal soovitude tegemisest parandamaks ülikoolide rolli inimvara tootjana biotehnoloogia sektoris.

Empiiriliste andmete kogumiseks saadeti Eesti biotehnoloogia ettevõtetele online küsimustik ja viidi läbi poolstruktureeritud intervjuud biotehnoloogia sektori inimvara puudutavate võtmeisikutega. Küsimustiku ja intervjuude plaani koostamisel lähtuti teoreetilisest inimvara käsitlusest ja eelnevate Eesti biotehnoloogiat puudutavate raportite andmetest. Kolmeosalise küsimustiku läbiviimiseks moodustati valim Eesti Biotehnoloogia Liidu liikmelisuse alusel. Küsimustikus kasutati nii kvalitatiivseid kui

kvantitatiivseid meetodeid. Peale küsimustike analüüsimist viidi läbi kuus poolstruktureeritud intervjuud, mis aitasid paremini interpreteerida küsimustike tulemusi. Küsimustike ja intervjuude põhjal toodi välja Eesti biotehnoloogia kitsaskohad ja eriti rõhutati neid probleeme, mis on jäänud võrreldes eelnevate uuringutega samaks. Võttes arvesse eelnevat kirjandust ja töö käigus kogutud empiirilisi andmeid on tulemiks soovitusel edendamaks ülikoolide rolli inimvara tootjana.

1. ÜLIKOOLI ROLL INIMVARA TOOTJANA INNOVATSIOONISÜSTEEMIS

1.1 Ettevõtete ja ülikoolide koostöö innovatsiooniprotsessis

Innovatsioonist on saanud üha olulisem aspekt nii ettevõtluses kui terves ühiskonna arengus. Üha enam pürgitakse teaduspõhise majanduse ja ettevõtluse integratsiooni poole, mida loomulikult ei ole võimalik saavutada ilma uute toode ja teenusteta, mille arendamist oodatakse innovatiivsetelt ettevõtetelt. Innovatsiooni mõistet kasutatakse küll tihti, kuid kohati jääb see siiski laialivalguvaks ja arusaamatuks. Innovatsiooni uurimise pioneeriks on Austria majandusteadlane Joseph Schumpeter, kes 1930.a. hakkas uurima seda, kuidas turu innovatsioonid mõjutasid kapitalistliku süsteemi (Schumpeter 1939). Tema definitsiooni kohaselt on innovatsioon uute toodete, meetodite, turgude tutvustamine, uute tarne ahelate leidmine ning mistahes tööstuse reorganiseerimine (ibid.). Kandavaks on muutunud tema innovatsiooni väga tabav definitsioon, mis ütleb, et innovatsioon on lihtsalt uute kombinatsioonide uurimine (Schumpeter 1971:47). Antud töös on kasutatud innovatsiooni mõistet, kui varasemalt mitte kasutuses olevate mudelite, teoreetiliste ja praktiliste lahenduste leidmise võimalust olemas olevatele probleemidele.

Innovatsiooni on üritatud iseloomustada läbi erinevate mudelite juba eelmise sajandi algusest, mil arendati erinevaid viise, kuidas neid mudeleid grupeerida. Rothwell (1992) kirjeldas viit innovatsioonimudelite põlvkonda: 1- „tehnoloogia tõuke“ mudel, 2- „turu tõmbe“ mudel, 3- ühenduslülil mudel, 4- integreeritud mudel ja 5- võrgustiku mudel. Iga mudeli puhul on oluline täheldada, et kuigi mudelid kirjeldavad süsteeme ja protsesse, on iga protsessi läbiviimise eest vastutavad siiski inimesed.

1970-1980ndatel hakkasid domineerima interaktiivsed mudelid, mille alla kuulub nii ühenduslülili mudel kui ka integreeritud mudel. Innovatsiooni puhul hakati üha enam tähtsustama erinevate osapoolte vahelist kommunikatsiooni (Rothwell 1983). Hakati üha enam arvesse võtma konkreetset sotsiaal-majanduslikku, poliitilist ja kultuurilist konteksti. Alles interaktiivsete mudelite juures märgati inimvara olulisust. Kuna interaktiivne mudel põhineb kommunikatsioonil, siis on selge, et see ei saa toimuda ilma inimsuhtlusest. Antud töö kolmandas peatükis on kirjutatud põhjalikumalt erinevatest allikatest, mille kaudu saab koostöö toimuda. Interaktiivse mudeli kohaselt on inimesed ja nende kultuurilised ning erialast tingitud eripärad (teadlaste ja ettevõtjate erinevad iseloomujooned) väga olulised. Eelnevates mudelites oli nende roll väiksem. Ühenduslülili mudel näiteks hõlmab nii „tehnoloogia tõuke“ kui „turu tõmbe“ mudelit, kuid selle asemel, et olla puhtalt lineaarne, lubab erinevaid interaktsioone ja ka tagasihaarde mehhanisme (Ettlie 2000). Just läbi rohkemate interaktsioonide muutub inimvara roll pigem teisejärguliseks. Kuna nii turu- kui ka arenduses olev tehnoloogia on olulised, liigub fookuspunkt inimestelt pigem süsteemide peale. Integreeritud mudeli kohaselt kulgevad protsessid järjestikku ja paralleelselt, ning kõigi innovatsiooni allikate samaaegne ja võimalikult varajane kaasamine tõstab oluliselt protsessi efektiivsust (Rothwell 2002).

Kui eelnevalt sai räägitud valdavalt innovatsioonist, siis siin tuleb käiku ka innovatsioonisüsteemi mõiste. Lundvall (1992) on seda üldistavalt defineerinud kui süsteemi, kus elemendid ja suhted interakteeruvad uute ning majanduslikult kasulike teadmiste tootmises, edastamises ja kasutuses. Selleks, et innovatsioonisüsteemile anda kindlam raamistik, räägitakse tavaliselt kas riigi või sektoriaalsest innovatsioonisüsteemist. Riiklikus mudelis hakati peale üldise poliitilise ja kultuurilise situatsiooni üha rohkem nägema riiklike strateegiate ja riigi rolli innovatsioonis. Riigi innovatsioonisüsteemi mudel kuulub süsteemse mudeli alla (Lundvall 1992; Nelson 1993; 2000) mille põhiliseks eelduseks on, et ettevõtted saavad läbi võrgustike parema juurdepääsu nii kvalifitseeritud tööjõule kui ka muudele kriitilistele ressurssidele (Hobday 1991). Võrgustikes olemine on tugevasti seotud võimalusega tugevdada ettevõtte positsiooni turul ja osaleda tugevamalt innovatsiooni loomises. See saab võimalikuks läbi inimestevaheliste kontaktide loomise. Paljude kõrgtehnoloogiliste ettevõtete innovatsioonistrateegiates on ülikoolid muutunud kõige tähtsamaks ja seega

peamiseks eemärgiks ettevõtete jaoks on koostöö tekitamine, läbi mille on neil ligipääs teadlastele, kes kannavad endas vajalike teadmisi ja oskusi (Lam 2007). Riigi innovatsioonisüsteemi olulisust on kõige kergemini näha kahe riigi kogemuste võrdluses, kus on ilmne, et peale kvantitatiivsete faktorite mõjutavad riigi innovatsioonisüsteemi väga oluliselt kvalitatiivsed faktorid, mida ei saa mudelitest välja jätta. Arenenud riike iseloomustab näiteks tugev akumuliseerunud teadmiste baas ning innovaatilistele tegevustele suunatud tugistruktuurid. Kui teadmiste edasikanne tugineb paljuski ülikoolidele ja neis edastatavale haridusele, siis ülikoolide juurde loodavad tehnopargid on olulisteks siirdeüksusteks kust akadeemiast alguse saanud ideed jõuavad kommertsialiseerimiseni. Arenevaid riikide iseloomustab pigem rajasõltuvus, hilisema tulija eelis ning äärmiselt kõrge dünaamika, mis seab innovatsioonisüsteemile spetsiifilised nõuded (Freeman 1995). Samas on mudel muutunud niivõrd üldiseks ja laialdaseks, et inimvara mahub sellesse pigem riikliku koolitustellimuse, ülikooli lõpetajate ja tulevase tööjõu vajaduste hindamise läbi. Erinevaid riike ja nende innovatsioonisüsteemi eripärasid kirjeldatakse täpsemalt antud peatüki kolmandas osas.

Ettevõtete ja ülikoolide vahelise koostöö võimalused

Nagu eelnevalt mainitud, on nii ülikoolid kui ka teadus läbi tegemas olulisi muutusi. Innovatsiooni hinnatakse üha rohkem kui majanduslikult kasutoovat protsessi (Martin et al. 1996) ja koostööd teaduskeskuste ning tööstuse vahel iseloomustatakse pigem kui keerulist võrgustikku. Riigi tasandil on hakatud rõhku panema ülikoolide ja tööstuse vahelisele koostööle, kuna just sellest koostööst oodatakse majanduslikult kasutoovat innovatsiooni. Euroopa Komisjoni arvates on USA eeliseks Euroopa ees olnud just uue teadmuse kommertsialiseerimine kõrgharidusasutuste ja teadusasutuste poolt (Arundel, Geuna aasta). Samas tuleb tunnistada, et teadmiste ülekanne, vaatamata selle olulisuse tunnustamisele, ei toimu iseeneslikult (Anselin, Varga, Acs 1997 ; 2000; Audretsch, Feldman 1996) ja seda võivad takistada mitmed asjaolud.

Kuigi valdava kirjanduse põhjal on erinevus mõistete „tööstus“ ja „ettevõtlus“ vahel, siis antud töös kasutatakse neid sünonüümina. Tavaliselt mõeldakse tööstuse all rahvamajandusharu mis tegeleb toodete produtseerimisega teiste harude jaoks. Ettevõtlust võib aga mõista kui erasektoris läbiviidavat äritegevust. Kuna ettevõtluses

kasutatakse samuti tootmisvahendeid ja palgatakse tööjõudu selle läbiviimiseks, ei oma need kaks mõistet biotehnoloogia sektori analüüsi vaatekohast olulisi erinevusi (Quinn, 1992)

Mueller (2005) toob välja järgmised põhjused, mis tema arvates takistavad teadmuse ülekannet: rahalised, geograafilised ja juriidilised piirangud. Rahalised piirangud kehtivad nii alustavatele ettevõtetele kui ka turgu juhtivatele ettevõtetele. Turuliidrid võivad tihti olla vähem avatud uutele ideedele, vältides nendega kaasnevaid riske (Audretsch 1995; Geroski 1995). Samuti limiteerivad eelarvelised piirangud kapitali, mida ettevõtte saab kulutada uute projektide alustamiseks. Geograafiliseks piiranguks võib pidada ülikoolide isoleeritust tööstusest. Tavaliselt on teadmuse siirdeks väga olulised inimestevahelised isiklikud kontaktid ning selleks, et igapäevane kontakt ülikoolide ja tööstuse vahel oleks võimalikult optimaalne, on oluline geograafiline lähedus (Anselin, Varga, Acs 1997; Maskell, Malmberg 1999; Hippel 1997, Senker 1995). Mida suurem on geograafiline vahemaa ettevõtete ja neis töötavate inimeste vahel, seda rohkem võtab aega teadmiste ülekandmine. See ajavahe võib saada otsustavaks ülikoolidest alguse saanud teadmuse kommertsialiseerimiseks. Samuti annab geograafiline lähedus parema juurdepääsu uutele ideedele ja võimaldab ettevõtetel panustada just sellele uurimissuunale, mis on nende jaoks oluline (Arundel, Geuna 2004). Juriidilise piiranguna tuuakse välja näiteks patente ja litsenseerimist. Kuigi patendid on oluliseks teadmuse peegeldajaks, piiravad nad siiski vaba teadmuse ülekannet institutsioonide vahel (Cohen, Nelson, Walsh 2002). Paraku on jätkuvaks piiranguks ülikoolide puudulik valmidus teadmuse kommertsialiseerimiseks väljaspool kõrgharidusasutusi.

Ülikoolides tehtavad teaduslikud uuringud loovad baasi teadmisteks, mis võivad viia innovatsiooni ja seeläbi majanduskasvuni, või isegi paradigma muutuseni antud teadusvaldkonnas. Läbi uute avastuste ja lähenemiste, teaduslike ning tehnoloogiliste probleemide, võivad avalduda seni teadmata ressursid (Metcalf 1995). Romer (1986, 1990) ja Lucas (1988) seletavad majanduslikku kasvu kui otsest teadmuse akumulierimise ja siirde tulemit. Nende mudeli põhjal genereerivad uued teadmised innovatsiooni ja see rakendatakse omakorda läbi uute toodete, protsesside ja ettevõtete. Uus teadmus kõrgharidusasutustest, ettevõtetest või teistest organisatsioonidest alguse

saav teadmus võetakse kasutusse kas nende endi või siis teiste osapoolte poolt. Tähtis aspekt on just teadmiste liikuvus ning nende arendamine turundatavasse lõpp-vormi. Just läbi selle protsessi annabki teadmussiire võimaluse majanduslikuks kasvuks läbi innovatsiooni. Cohen ja Levinthal (1989) märgivad ära, et teadus- ja arendustegevus ei genereeri ainult innovatsiooni, vaid suurendab ettevõtete võimalusi ära tunda, koguda ja paremini ära kasutada nendeni jõudvat teadmust.

Teadmuse mõõtmine annab võimaluse erinevate teadmuse vormide võrdlemiseks. Ettevõtted saavad kõige enam kasu teadmuse tulemite arendusest, millega nad loovad endale konkurentsieelise. Sellele vaatamata ei ole nad siiski peamiseks teadmusloome allikaks (Leydesdorff 2005). Ülikooli, oma muutuva rolliga, on muutunud teadmuse, kui kommertsialiseeritava hüve keskuseks, samas on ülikoolide ja tööstusevaheline koostöö see mis annab võimaluse nii teadmuse tekkele, arengule kui ka selle kasutamisele ühiskonna hüvanguks.

Ajalooliselt üheks tavalisemaks põhjuseks ülikoolide ja tööstusevaheliste sidemete loomiseks on juurdepääs uutele turgudele ja tehnoloogiatele, uute toodete turule toomise kiirendamine ja lisandväärtuste tootmine (Hagedoorn 1993). Koostöö, mis annab võimaluse meetodite, teadmiste ja muu kombineerimiseks kõige optimaalsemal viisil, on loomulikult kasutoov mõlemale osapooltele. Just teadusmahukates sektorites on täheldatud, et T&A intensiivsus ja tehnoloogilise keerukuse tase on korrelatsioonis ettevõtete ja institutsioonide vaheliste suhete intensiivsusega ja nende arvukusega (Freeman 1991; Hagedoorn 1995). See omakorda rõhutab mitte ainult koostöö olemasolu tähtsust, vaid ka koostöö sisukust ja teadmiste ülekande intensiivsust. Kuna vajalike teadmiste hulk on niivõrd mahukas ja keeruline, on innovatsiooni keskmeks pigem võrgustikud, läbi mille on võimalik teadmisi edastada, kui konkreetset ettevõtet, mille eesmärgiks on läbi teadmiste omandamise tekitada endale konkurentsieelist (Powell et al. 1996).

Teoreetilisest aspektist on ülikoolide ja tööstuse omavahelisi suhteid jaotatud väga erinevate vaatenurkade alusel. Perkmann, Walsh (2007) näiteks eristavad „seoseid“ ja „suhteid“ ettevõtluse ja tööstuse vahel. „Seosed“ on nende autorite põhjal laialdasemat laadi ja üldised. Näiteks võib tuua ülikooli lõpetajate palkamise, ülikoolide publikatsioonide või patentide kasutamise. „Suhted“ on pigem ideepõhine koostöö, mis

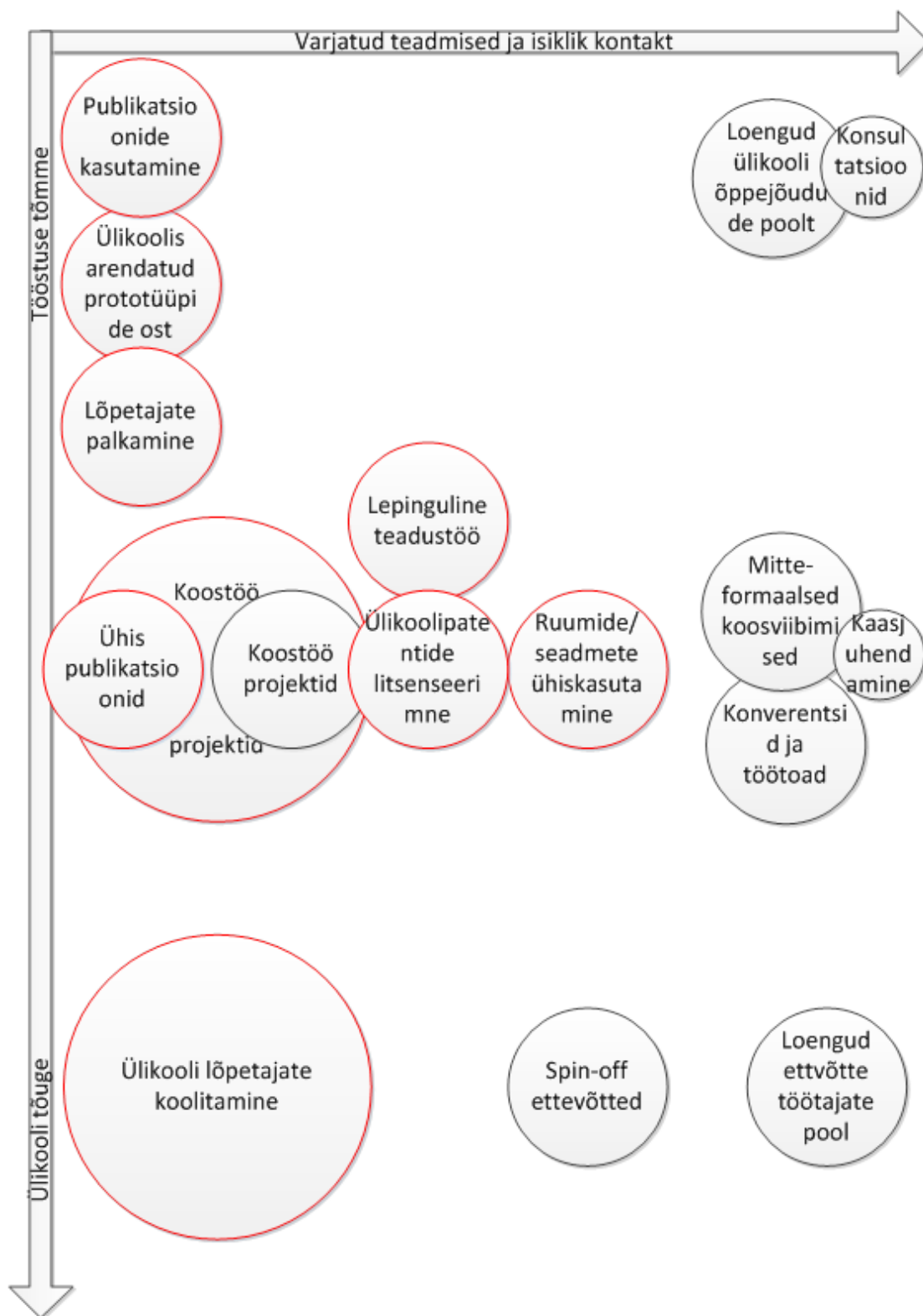
on tihti mitteformaalne ja tugineb organisatsioonis töötavate inimeste omavahelistel sotsiaalsetel suhetel (Oliver, Liebeskind 1998). Erinevad autorid on rääkinud „teadmiste interaktsioonidest“ (Schartinger et al. 2002) ja kanalitest (Cohen et al. 2002), läbi mille on võimalik ülikoolide ja tööstusevahelisi suhteid klassifitseerida. Schartinger et al. (2002) identifitseeris kuusteist erinevat „teadmiste interaktsiooni“ mille ta paigutas nelja erinevasse kategooriasse: ühised teadusuuringud, lepinguline teadustöö, mobiilsus ja koolitused. Kategooriad said eristatud selle põhjal, kui sobilikud nad on edastamiseks varjatud teadmist (*tacit knowledge*) ja kui palju nad põhinevad isiklikel kontaktidel. Sellega viitasid autorid, et ülikooli ja ettevõtete vahelised suhted baseeruvad suuresti suhete põhisele kaasamisele. Cohen et al. (2002) kirjeldas oma T&A asutuste juhte hõlmas uurimuses kanaleid, mis on olulised tehnoloogiliseks innovatsiooniks: patendid, mitte ametlik teabevahetus, raportid, avalikud konverentsid, ülikooli lõpetajate palkamine, litsentsid, lepinguline teadustegevus, konsulteerimine, ajutised personali vahetused ja ühised teadusuuringud. Perkmann ja Walsh (2007) töö põhjal läheb ühine uurimistöö pigem suhete alla, sest institutsionaalsed kokkulepped ja ühised töögrupid põhinevad tihti just mitteformaalsetele ühistele huvidele. Samas ühispublikatsioonid, mis samuti kuuluvad ühise uurimistöö alla on pigem üldine koostöö vorm ja seega läheb seose kategooriasse. Kõik Cohen et al. (2002) oluliseks peetud kanalid on peegeldatud ka Seppo (2011) välja pakutud mudelis. Samas ei lähe see kokku Schartingeri et al. (2002) lähenemisega, kus ta tõi näiteks välja koolitused, kui ühe olulisema koostöö kanali. Vaatamata tõsiasjale, et koolitamine on kõrgharidusasutuste üheks põhiliseks tegevuseks ja eesmärgiks, puudub see tihti koostööd iseloomustavatel mudelitel. Mobiilsus on Seppo (2011) mudelis saanud oluliselt väiksema osakaalu, kui Schartinger et al. (2002) mudelis. Samas, mõlemad toovad välja ühiste teadusuuringute ja lepingulise teadustöö olulisuse. Seppo (2001) mudelis on eraldi välja toodud uurimistöö toetamine ettevõtete poolt, mida muud autorid ei ole maininud. Kuigi mõlemad osapooled saavad antud koostööst kasu läbi erinevate meetmete, on tegu siiski ühesuunalise kommunikatsiooniga.

Peale eelmainitud viiside koostöö raamistamiseks on pakutud välja veel mitmeid erinevaid teadmiste ülekandmise kanalite mudeleid. Mueller (2005) leiab, et kolm võtme-elementi on; nii ülikoolide kui tööstuse poolne soov teadmiste vahetamiseks, ettevõtetus ja *spin-off* ettevõtted ning ülikoolide-tööstuse vahelised institutsioonid nagu

näiteks ülikoolide juurde loodavad tehnoloogia arenduskeskused. Samas näiteks Cohen, Nelson, Walsh (2002) leidsid, et peamine teadmiste siirde kanal on hoopiski publikatsioonid ja raportid, millele järgneb mitteformaalne informatsiooni jagamine, konverentsid ja konsultatsioonid. Ülikoolide ja tööstuse ühisettevõtted ning ülikoolide poolt pakutava inimvara kasutamine on nende arvates oluliselt vähem tähtsad. Acs et al. (1992) arendas välja mudeli seletamaks ülikoolide ja tööstuse vahelisi suhteid, mis rajanevad Schumpeteri innovatsioonimudelitel- Mark I ja Mark II (Mark I kohaselt on innovatsiooni peamisteks edasiviivateks ettevõtjad, kes oskavad ära tunda turustatavat ideed ja Mark II kohaselt on selleks pigem suured ettevõtted millel juba on kindel turupositsioon ning kes tänu sellele võivad võtta endale lisaülesandena uute toodete/teenuste arendamist, Nelson ja Winter ,1982). Acs leiab, et majanduslikult efektiivseks viisiks rakendamaks ülikoolides tehtud tööd on uute ettevõtete asutamine. Nagu Acs et al. (1992) mudel, rajaneb Schumpeteri innovatsioonimudelil, siis muud kirjeldatud mudelid peegeldavad endas mingit kindlat innovatsiooni käsitlust. Muelleri (2005) mudelis, mis seisneb ülikoolide ja tööstuse poolsetes turu mõjutamistes, võib ära tunda lineaarse innovatsiooni mudeli. Lineaarsed mudelid olid kas „turu tõmbe“ või „tehnoloogia tõuke“ mudelid. Kuigi siinkohal ei ole võimalik teha eristust nende vahel, on lähenemine innovatsioonile lineaarne ning seega ei võta arvesse tööstuse ja ülikoolide väliseid faktoreid. Coheni, Nelsoni, Walshi (2002) mudel seevastu keskendub pigem publikatsioonidele ja raportitele kui formaalsetele teadmiste vahendamise kanalitele ja konverentside ning konsultatsioonidele kui mitte-formaalsetele kanalitele. Kuna antud käsitluses on inimesed pandud keskele kohale, siis võib näha paralleele võrgustiku mudeliga. Selles mudelis on olulised interaktsioonid, erinevate osapoolte koostöö ning inimvara jaotumine kõrgharidusasutuste ja tööstuse vahel.

Erinevate innovatsiooni kanalite/mehhanismide ning muude teadmiste ülekandmise viiside klassifikatsioon võib olla väga keeruline. Näiteks teadlaste mobiilsus võib olla nii isiklike kontaktide tasemel, see võib olla kindla koostöö projekti raames kui ka üldiste teadmiste ülekandeks, mille puhul ei ole selline mobiilsuse vorm üldsegi paigutatav ülikoolide-tööstuse suhete alla (Perkmann, Walsh 2007). Muutmaks neid ülevaatlikumaks ja paremini hinnatavaks on välja pakutud erinevaid skaalasid. Ülikoolide ja tööstuse vahelisi suhteid võib hinnata näiteks selle põhjal, mis tasemel on

antud side – alates inimestevahelistest suhetest, osakonna taseme suhetest kuni regionaalsete ja riikliku taseme suheteni välja (Howells et al. 1998). Paljud erinevad mudelid ülikoolide ja tööstuse vaheliste sidemete kirjeldamiseks on rõhutanud isiklike kontaktide tähtsust (Schartinger et al. 2002). Samuti on osa koostööst pigem ülikoolide huvides (lõpetajate edukas kaasamine tööjõusse ja võimalus ülikooli töötajatel leida osaliselt rakendust ka ülikoolide väliselt), ning osa koostööst (ligipääs kommertsialiseerimiseks sobilike teadusuuringute tulemustele). Antud lähenemine vastab ka Poyago-Theotoky et al. (2002) mudelile ja „turu tõmbe“ ja „tehnoloogia tõuke“ lineaarsetele mudelitele. Kuna need kaks lähenemist on läbivad kirjanduses ja peegeldavad hästi erinevaid viise, kuidas ülikoolid ja tööstus omavahel koostööd teevad, on just need valitud joonise 1.1 horisontaal ja vertikaal telgedeks.



Joonis 1.1. Erinevad koostöö võimalused ülikoolide ja tööstuse vahel. Allikas: Autori koostatud.

Joonisel 1.1 on esitatud erinevaid kõrgharidusasutuste ja tööstuse omavahelise koostöö võimalusi. Vertikaalteljel on eristatud tööstuse tõmme ja ülikooli tõuge ning horisontaal teljel on varjatud teadised ja isiklik kontakt. Eelduseks on võetud, et varjatud teadmiste ülekandmiseks on vajalik isiklik kontakt, samas kui tavalise info edastamine võib toimuda ilma inimestevahelise suhtluseta. Ringi suurused määravad koostöö viisi olulisust ülikoolide ja tööstuse vahel biotehnoloogia vaatepunktist. Erinevad koostöö võimalused on valitud eelneva kirjanduse alusel (Perkmann, Walsh 2007; Acs et al. 2005), Koostöö viisi olulisus jääb autori subjektiivseks hinnanguks. Kui publikatsioonide kasutamine näiteks ei vaja isiklikku kontakti ega ole seotud varjatud teadmistega, siis akadeemikute konsultatsioonid ettevõtete juures on pigem inimestevaheliste suhete tulem. Kaasjuhendamised on kasulikud nii tööstusele kui ka ülikoolidele, samas *spin-off* ettevõtted on pigem ülikoolide viisiks oma toodete kommertsialiseerimiseks ja tõmme olemasoleva tööstuse poolt on suhteliselt minimaalne. Samas, näiteks ülikoolis arendatud prototüüpide üle-ostmine on pigem tööstuse huvides. Ülikoolides tavaliselt puudub kompetents, mis on vajalik tehnoloogia arendamiseks lõplikuks tooteks, seega on võimalik, et tööstus saab antud tehingust suuremat kasu kui ülikoolid. Antud joonisel on erinevad kanalid läbi mille koostöö toimub märgitud erinevate suurustega. Kaasjuhendamised ja konsultatsioonid on tavaliselt seotud kindlate inimestega ja tavaliselt pigem professorite kui teaduritega. See tähendab seda, et antud koostöös osaleb ainult väga väike hulk inimesi. Samas ülikooli lõpetajate tootmine on üheks ülikooli prioriteediks ja iga aasta on tuhandeid lõpetajaid, kes panustavad samuti sellesse koostöösse. Seetõttu on ülikooli lõpetajatele antud joonisel kõige suurem osakaal. Koostööprojektides osaleb hulgaliselt inimesi, kes kõik ei pruugi olla kaasatud küll igasse aspekti, kuid kes mingil määral on seotud nii ülikooliga, kui ka tööstusega. Seetõttu on ka antud kanal märgitud kui väga mahukas. Siinkohal tuleb ka märkida, et ülikooli lõpetajate koolitamine ülikoolis on oluliselt mahukam ettevõtmine kui seda on lõpetajate palkamine tööstuse poolelt. Seda seetõttu, et osa lõpetajatest jääb ülikooli juurde ja omab seost tööstusega läbi teiste kanalite ning osa lõpetajatest läheb edasi tegema mitte erialast tööd.

Tehnoloogia siire ja innovatsiooni kommertsialiseerimine annab võimaluse ülikoolidele täita oma uut rolli ühiskonna ees ja võimaldab kiiremat majanduskasvu. Eelneva kirjanduse põhjal leiab sellele kinnitust vaadates näiteks ülikoolide publitseerimise

arvukust ja selle seost tööstuse poolt rahastatud projektidega. Blumenthal et al. (1996) leidsid uurides 1994-1995 üle 2000 loodusteaduste teaduskonna, et need teaduskonnad, kes teevad lepingulist uurimistööd publitseerivad oluliselt rohkem võrreldes nende teaduskondadega, kes seda ei tee. Samas on väga raske leida põhjuslikku seost. Võimalik, et lepinguline uurimistöö annab teaduskondadele rohkem rahalisi ja muid võimalusi uurimistöö tegemiseks ning uurimistöö tulemuste publitseerimiseks, samas on võimalik, et teaduskonnad mis publitseerivad rohkem, on avatumad lepingulisele uurimistööle. Mida suurem on publikatsioonide arv, seda kõrgemini on antud teaduskond või instituut hinnatud. See tõmbab omakorda ligi ettevõtete poolset rahastamist.

Lepingulisel teadustööl ja tööstuse poolt finantseeritud teadustööl üldiselt on suurem tõenäosus saada kommertsialiseeritud ja lõpuni arendatud tooteks või teenuseks. Sama Blumenthal et al. 1996 uurimus leidis, et teaduskonnad, millel oli tööstuse poolne rahastus, patenteerisid oluliselt rohkem, litsentseerisid oma patente välja või alustasid patentide põhjal uute ettevõtetega, kui need teaduskonnad millel tööstuse poolset rahastust ei olnud. Võimalik, et teadlased, kelle on ettevõtjalikud iseloomuomadused jõuavad oluliselt tihedamini ülikoolidest tööstusesse või siis projektid, mis saavad tööstuse poolse rahastuse on suurema kommertsialiseerimise potentsiaaliga kui näiteks ülikoolides läbiviidavad baasuuringud.

Tehnoloogia siirde kandjateks ei ole siiski mitte teadus- ja arendusasutused või tehnoloogiapargid, vaid hoopiski inimesed, kes neis töötavad. Campbell et al. (2004) toob näiteks välja, et Massachusetts Institute of Technology (MIT) lõpetajad on asutanud üle 4000 ettevõtte, kus aastal 1994 töötas üle 1,1 miljoni inimese ja mille käive aastal 1994 oli kokku 232 miljonit dollarit. Tehnoloogia siire on tähtsaks aspektiks regionaalses arengus, sest peale kõrgtehnoloogiliste ettevõtete loomise, maksudest saadud tulu ja investeringute ligitõmbamise annab edukas tehnoloogiasiire võimaluse ka uuteks kõrgtehnoloogiaga seotud töökohtadeks, tõstes sellega regiooni majanduslikku olukorda ning ülikoolide rahalist ja akadeemilist positsiooni. Rääkides innovatsioonist ja teadmuse siirdest on inimvara tavaliselt hinnatud kui vähem tähtis ja pigem üldist laadi suhe ülikoolide ja tööstuse vahel. Siiski on väga oluline teadvustada,

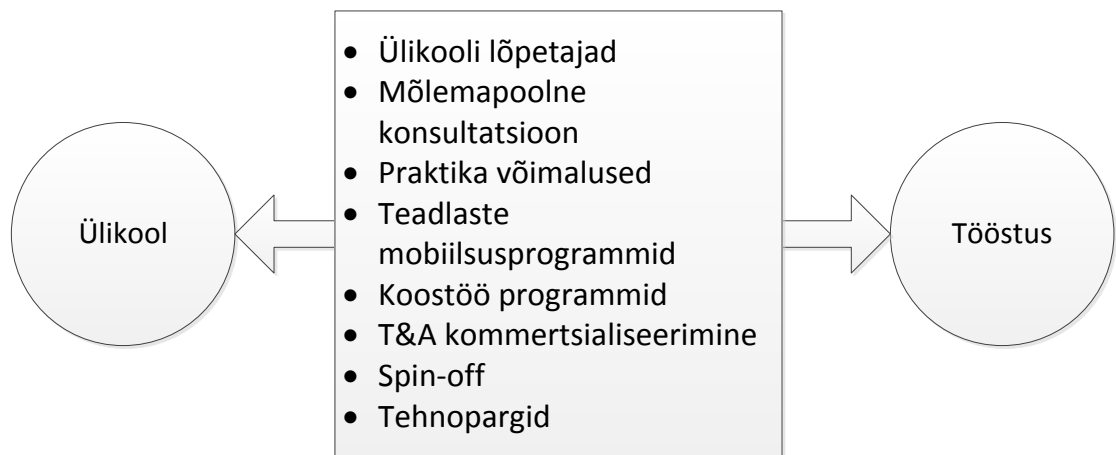
et just kõrgharidusega inimesed on need, kes kannavad üle teadmust, asutavad ettevõtteid ning vastutavad regionaalse arengu eest.

Inimvara ülikoolide ja ettevõtluse koostöös

Vaatamata ülikoolide muutumisele teaduse kommertsialiseerimise keskusteks on läbi aja olnud ülikoolidel siiski inimvara tootja roll. Niosi (2002) toob välja, et ülikoolide tüüpilisteks missioonideks on inimvara produktsioon, baasteadmiste loomine (alusuuringud) ja selle teadmise ülekanne ühiskonda. Perkmann ja Walsh (2007) nimetavad just neid missioone üldisteks majanduslikeks ja sotsiaalseteks kasudeks, mida ülikoolid võimaldavad ja samuti rõhutab nende tähtsust just teadusmahukas tööstuses. Siinkohal on kasutatud Bozeman et al. (2001) definitsiooni T&A tegevusega seotud inimvarale – see on teaduslike, tehniliste ja sotsiaalsete teadmiste, oskuste ja ressursside summa, mis on kehastunud ühes teatud isikus.

Kui Joonisel 1.1 olid kujutatud erinevad ülikooli ja ettevõtluse vahelise koostöö võimalused, siis Joonis 1.2 keskendub inimvara aspektile koostöö kontekstis. Näiteks publitseerimine või siis patendid on küll oluliseks informatsiooni vahetamise viisiks ülikoolide ja ettevõtluse vahel, kuid neid publikatsioone ja patente toodavad siiski kas ülikooli või ettevõtte töötajad. Joonisel on välja toodud autori subjektiivse hinnangu ja eelnevate allikate põhjal kõige olulisemad viisid kuidas inimesed vahendavad ülikooli ja ettevõtluse koostööd. Esimeseks ja ka kõige olulisemaks on siiski ülikooli poolt koolitav tööjõud. Selleks, et juba õpingute ajal omandada kogemust ka ülikoolist väljaspool on praktikate tegemine ettevõtete juures heaks alguseks. Ülikooli teadlastele on avatud mitmed mobiilsuse meetmed, mis aitavad neil liikuda nii erinevate ülikoolide vahel, kui ka väljaspool akadeemiat. Konsultatsioone võivad pakkuda nii ülikooli töötajad kellel on ettevõtluse jaoks huvi pakkuvad oskused, kui ka ettevõtete esindajad kellel võivad olla sama teadusharu siseselt väga teistsugused kogemused. T&A puhul on oluline, et ülikoolist alguse saanud idee jõuaks õigel ajal ettevõtluse poolt edasi arendamise staadiumisse. Läbi uute arengute ülikoolis võivad tekkida ka täiesti uued *spin-off* ettevõtted kus nii ülikooli taustaga teadurid, kui ettevõtluse taustaga inimesed töötavad ühise toote nimel. Läbi teadusparkide antakse ülikoolides töötavatele või

õppivatele inimestele võimalus paremini aru saada tööstuses olulistest protsessidest ja teiselt poolt harjuvad ettevõtjad teadlaste osaliselt teistsuguse maailmavaatega. Koostöö programmide alla kuuluvad suured riikidevahelised konsortsiumid mis ei ühenda ainult ühe riigi ettevõtjaid ja ülikooli töötajaid, vaid võimaldavad koostööd ka väljaspool riigi piire.



Joonis 1.2. Ettevõtete ja kõrgkoolide erinevad koostöövormid Autori koostatud Cohen et al. (2002) ja Schartingeri et al. (2002) alusel.

Koostöö kõrgharidusasutuste ja tööstuse vahel võib olla mõnikord takistatud läbi selle, et tegu on kahe fundamentaalselt erineva maailmaga, mille eesmärgid ja töö meetodid ei ole alati sarnased. Ülikoolidel on väga palju traditsioone ja see on ajalooliselt olnud suhteliselt eraldiseisev üksus ning "ettevõtjalik ülikool" on alles suhteliselt uus lähenemine. Suhted tööstusega võivad muutuda problemaatiliseks, sest ei tunnustata erinevaid töönorme ning tasu süsteemid, mis on mõeldud motiveerimaks töötajaid, on fundamentaalselt erinevad (David et al. 1999). Lam (2007) on pakkunud üheks seletuseks antud ebakõlale kahte inimvaraga seotud põhjust. Ühelt poolt on tegu tunnetuse ja pädevusega, ehk siis koostöö puhul, mis peaks viima baasteaduste tulemuste kommersialiseerimiseni on tähtis, et nii ülikoolid kui ka tööstus saaks ühtemoodi aru sellest, milline meetod või siis toode on piisavalt atraktiivne edasiseks arendamiseks, kas arendamine peaks toimuma ülikoolide juures või on selleks vajalikud teised kompetentsid ja milline tööjõud on selleks vajalik. Teine aspekt on karjäär ja motivatsiooni vahendid. Kui ülikooli siseselt on püsiv kohakindlus midagi, mille poole

paljud teadurid püüdlevad, siis tööstuses on selleks pigem võimalus karjääriks ja enesearenguks. Tööstuslike ettevõtete eesmärgiks on teenida kasumit ning see peegeldub viisides kuidas motiveeritakse töötajaid ettevõttesse panustama, samas kui ülikoolides kipub eesmärgiks olema pigem pidev, kuid suhteliselt stabiilne areng. Kahe antud maailma vahelised kompromissid on alati väga delikaatsed ja seega on ühiste projektide läbiviimiseks vajalik teatud paindumus mõlemalt poolt. Lanciano-Morandat, Nohara (2004) toovad välja, et vastanduste nagu koolitus/töö, grandid/töötasu, jne. pehmendamiseks on väga olulised inimesed, kes on aktiivsed nii kõrgharidusasutustes, kui ka tööstuses. Ehk siis just see väike segment inimesi, kes on nii akadeemilise taustaga kui ka tegevad ettevõtluses ja suudavad aru saada mõlema poole lähenemistest. Tööstuse ja ülikoolidevaheline koostöö on väga suure potentsiaaliga ja seega on mõlemal osapoolel suur huvi leidmaks ühist keelt, mis aitab kaasa koostööprojektide võimalikult edukale arengule.

Karjääri valikutel mängivad olulist rolli isiklikud aspektid. Cabral-Carboso (2001) on kirjutanud sellest, kuidas peale ligi kümnet aastat ülikoolis (minimaalne aeg vajalik ülikooli sisse astumisest doktorikraadini jõudmiseks) on tegelikult töö leidmine tööstuses raske nii seetõttu, et tööstuses on teistsugused nõuded, kui ka sellepärast, et ollakse harjunud akadeemilise maailmaga ja tegelikult ei taheta sellest väljapoole liikuda. Mida kauem viibitakse akadeemias, seda raskemaks muutub tegelikult karjääri võimaluse leidmine tööstuses. Töötades ülikoolis on läbi baasteaduse võimalik rakendada oma teaduslikku uudishimu ja töötada just nende projektide kallal mis hetkel pakuvad kõige rohkem huvi. Kui ülikoolis on areng pigem inimese enda huvides (publikatsioonide puhul on tähtis autor, mitte institutsioon), siis tööstuses olles tehakse tööd siiski ettevõtte kasumlikkuse nimel. Teaduslik vabadus ei ole tööstuses tihti võimalik puhtalt selle pärast, et see ei teeni ettevõtte huve. Just selline „teadulik kammitsetus“ on üheks peamiseks põhjuseks, miks tööstuses töötamist nähakse tihti kui tagavara võimalust akadeemilisele karjäärile. Kuigi antud väited on suhteliselt kategoorilised ja need kindlasti ei pea paika kõikide teadlaste puhul, on uuringud neid siiski toetanud. Näiteks Allen ja Katz (1997) on oma töös näidanud, et kõigest alla 1/3 pea kolmest tuhandest nende poolt küsitletud teadlasest ja insenerist näeb ühe tuleviku võimalusena karjääri, mis viib ettevõtte juhtkonnani. Enamik neist on väga pühendunud projektidele, mida nad on parasjagu läbi viimas ja eelistavad jääda tegema täpselt sama

asja, kuid eelistavad tulevikus valida oma projekte ise. Samas, osad eelnevad uurimused on leidnud, et peamine põhjus *spin-offide* asutamiseks on rahulolematuse akadeemilise karjääri võimalustega ja seda just sellepärast, et kõrgharidusasutustes ei ole alati võimalik realiseerida ideid uuteks toodeteks või teenusteks, kuna nad ei ole ülikoolide juhtkonnale prioriteediks (Garvin 1983). Agarwal et al. (2004) leidis, et just olemasolevad organisatsioonid (nii ülikoolis, kui ka tööstuses), kus on kogunenud piisavalt palju varjatud teadmused, mida ei ole osatud ära kasutada, on ideaalseks kasvualaks uutele ettevõtetele. Cabral-Cardoso (2001) on varasemaid uuringuid arvesse võttes välja pakkunud kindlad isiksuse tüübid, millele põhinevad tudengite tulevased karjäärivalikud. Esimeseks grupiks on inimesed kelle jaoks on kõige olulisem teaduslik panus ja tunnustus nende kolleegidelt. Nad tunnevad pigem kuuluvust teadusliku maailmaga ja peavad parimaks väljundiks oma töö publitseerimist. Teine grupp on inimesed kes soovivad pigem panustada organisatsiooni arengusse. Nad hindavad oma töö praktilist väljundit ja näevad karjääri võimalust organisatsiooni siseselt, kui positiivset tagasisidet oma tööle. Nad hindavad esimesest rühmast enam kõrget palganumbrit ja muid kaasnevaid hüvesid ja seega otsivad suurema tõenäosusega väljundit oma tööle just tööstusest.

Viibides ülikooli juures mitmeid aastaid hakkavad tudengid ennast üha rohkem samastama akadeemiliste väärtustega. Samas, nagu eelnevalt näidatud on iseloomu, väärtushinnanguid ja motivaatoreid arvesse võttes inimeste eelistused siiski erinevad. Seeläbi on võimalik leida nii teadlasi, kes viiksid edasi kõrgharidusasutusi ja tegeleksid baasteadusega, organisatsiooni edule pühendunud inimesi kes soovivad töötada pigem ettevõtte kui enda heaolu nimel ning inimesi kes on suurelised tegelema küll teadusega, kuid kes peavad tähtsaks ka selle kommertslikku väärtust. Järgmine peatükk räägib täpsemalt kõrgharidusasutustest alguse saavast inimvarast ja selle rollist ettevõtluses.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et ülikooli ja ettevõtluse vahel on võimalikud küll paljud koostöö vormid, kuid kõikide nende edasikandjateks on siiski inimesed. Valdav enamus uurimusi on kasutanud kas patente või publikatsioone selleks, et hinnata koostöö edukust, sest neid mõõdikuid on võimalik kvantifitseerida. Kuigi ülikooli primaarne roll on vaieldamatult inimvara koolitamine, on üllatavalt vähe seda kirjeldatud. Valdavalt tegeleb inimavara alane kirjandus spetsiifiliste aspektidega nagu inimeste oskused mida

nad endaga ülikoolist ettevõttesse suundudes kaasa toovad. Antud teemat käsitleb ka järgnev lõik.

1.2 Inimvara kui kriitiline tegur innovatsiooniprotsessis

Inimvara definitsiooni kohaselt väärtustatakse inimvaras kõige enam kogemusi, oskusi ja teadmisi mida inimesed elu jooksul omandavad. Nende kaudu saavutavad kas inividid, organisatsioonid või ühiskonnad teiste ees konkurentsieelise (Coleman 1988). Erinevad autorid on leidnud, et inimvaras peegelduv teadmiste ja oskuste kogum (mõõdetuna hariduse tasemega ja töökogemusega) tõstab üldist konkurentsivõimet ning seega omab otsest mõju majanduslikule edukusele nii indiviidi, ettevõtte kui ka regiooni tasemel (Maskell ja Malmberg (1999); Gimeno et al. (1997)). Üldiselt argumenteeritakse, et inimesed kellel on parem haridus, pikem töökogemus ja kes tegelevad intensiivsemalt oma oskuste ning teadmiste täiendamisega, on paremal majanduslikul järjel ja suudavad rohkem panustada ühiskonna üldisesse heaollu. Sarnaselt on Cannon (2000) väitnud, et inimvara on just see kriitiline faktor, millest sõltub, kuivõrd inimeste panus ühiskonda tegelikult suudab edendada majanduslikku edukust. Selleks, et regioonis oleks olemas kriitiline inimvara mass on oluline riikliku haridussüsteemi toimimine. Feinson (ns) eristas kahte olulist taset haridussüsteemis millesse investeeringud annavad suurima ühiskondliku muutuse. Keskkooli tase on oluline selleks, et üldiselt tõsta tehnoloogilist teadlikkust ja oskust ära tunda ärilisi võimalusi ning kiirendada uute tehnoloogiate kasutuselevõtmist. Investeering ülikooli haridusse aga aitab kaasa inimvara tootmisele, mis suudaks jälgida tehnoloogilisi trende, hinnata neid ettevõtte või siis riigi huve silmas pidades ja aidata kaasa ka riikliku strateegia kujundamisele, mis panustaks tuleviku trendide prognoosimisele ja nende põhjal ka majanduse suunamisele. Saavutades majandusliku kasvu tõuseb ka vajadus uute innovatsioonide ja arengute järgi, mis seda sama arengut suudaksid jätkuvalt toetada (Dakhli ja De Clercq 2004).

Innovatsiooni puhul on inimvaral väga oluline roll. Black ja Lynch (1996) märkisid ära, et just teadmusmahukates sektorites on ettevõtete sisesed koolitused ja üldine töötajate haridustase oluliseks jõuks tootlikkuse kasvu ning konkurentsieelise saavutamisel ettevõtetes. Üldiselt peetakse innovatsiooni inimvara ja teadmiste siirde interaktsiooni

tulemiks, mis omakorda loob kumulatiivse õppimise efekti. Mitmed autorid on leidnud (Jaffe et al. 1993; Porter 1990), et inimvara on oluline nii innovatsiooni kui ka üldise majanduskasvu puhul, rõhutades, et innovaatilised ettevõtted on just need, millelt eeldatakse tehnoloogiliste arengute läbiviimist. Tehnoloogilised arengud omakorda mõjutavad ka muid tööstuse sektoreid ning omavad positiivset mõju lisaks ettevõtete arengule ka üldises ühiskondlikus arengus. Seega, inimvara kui oskuste, kogemuste ja hariduse kogum on oluliseks teguriks mitmes ühiskonna arengut stimuleerivas jõus (Faggian, Mccann 2009).

Ka inimkapitali teooria väidab, et investeeringud haridusse tõstavad töötaja tootlikkust ja seega toovad kaasa palgatõusu (Becker, 1964). Võrreldes inimkapitali ja inimvara mõisteid tuleb välja inimkapitali suhteliselt laiaulatuslik definitsioon. Mõlema teooria põhiselt on haridusel ja teadmiste omandamisel suur roll. Samas inimvara tegeleb pigem indiviidi tasemega ja teadmistega mis aitavad läbi lüüa tööturul. Inimkapital aga on pigem mõiste mis kaasab endas ka institutsioone ja organisatsiooniprotsesse mis tegelevad teadmistega laiemal ja ka pigem teoreetilisel tasemel (Wright et al., 2001). Kuna antud töös on teadmistel konkreetne ja pigem rakenduslik roll biotehnoloogia sektoris on järgnevalt kasutatud inimvara mõistet.

Inimvarast räägitakse erinevate teooriate käsitluses, nagu näiteks strateegiline juhtimine, haridusteadused, organisatsiooni teooria ja üldine majandusteooria (Lepak, Snell 1999). Kuna siinkohal ei ole võimalik kõiki lähenemisi käsitleda, tuleb siiski välja tuua mõned olulisemad. Esiteks võib inimvara puhul eristada indiviidi, ettevõtte ja tööstuse spetsiifilist inimvara (Dakhli, De Clercq 2004). Indiviidi põhine inimvara hõlmab teadmisi, mida on võimalik kasutada erinevates ettevõtetes ja tööstusharudes. Samas antud inimvara mõiste alusel peetakse oluliseks ka varasemat töökogemust, üldiseid juhtimisalaseid oskusi, akadeemilist ja haridusliku tausta, vanust ja leibkonna keskmist sissetulekut (Kilkenny et al. 1999). Haridus on siinkohal üheks olulisimaks faktoriks, sest varasemalt on näidatud, et sissetulek elaniku kohta sõltub ligi 50 protsenti just haridustasemest (Mankiw et al. 1992). Inimvara tase indiviidi põhiselt mõjutab nii tööandja ettevõtte edukust kui ka sektoraalset arengut. Prais (1995) leidis, uurides riigi ja põhiselt hariduse ja koolituste süsteeme, et on olemas side riigi üldise haridustaseme ja selle üldise tootlikkuse vahel. Autor juhtis tähelepanu sellele, et oluline on leida

tasakaal akadeemilisuse ja töökohal vajaminevate oskuste vahel, ning kindlasti on oluline stimuleerida rakenduslikku kõrgharidust selleks, et varustada tulevasi töötajaid oskustega, mida nad saavad otseselt oma tulevasel töökohal kasutada.

Ettevõttespetsiifiline inimvara on nende oskuste ja teadmiste kogum, mis on vajalikud vaid kindas ettevõttes. Kuigi antud tüüpi inimvara mõjutab ettevõtte edukust andes sellele eelise teiste konkurentide ees, ei oma see siiski suuremat mõju riiklikul tasemel. Selleks, et konkurentsi eelist säilitada on oluline jätta oskused võimalikult ettevõttesiseseks. Kuna antud oskused ei jõua sektorit üldiselt mõjutada ei saa nad omada ka laiemat mõju ei sektoraalsele ega majanduslikule edukusele (Grant 1996).

Tööstusespetsiifiline inimvara käsitleb neid teadmisi ja oskusi mis on olulised vaid ühe kindla tööstuse piirides. Eelnevalt on näidatud, et antud inimvara tüüp on oluline nii ettevõtete arengu (Siegel et al. 1993), kui ka ühiskonna kujunemisel (Kenney, von Burg 1999). Selleks, et inimvara omaks mõju tööstussektorist väljaspool on oluline, et toimuks pidev kommunikatsioon ja teadmiste vahetamine nii sektoris endas kui sellest väljaspool. Lisades heale kommunikatsioonile sektorispetsiifilised oskused on see heaks aluseks innovatsioonile ja uudsete lahendusteni jõudmiseks. Kuna paljud teadmised ja oskused on rakendatavad ainult kindlas tööstuses võtab see osaliselt ära ka surve kaitsta intellektuaalset vara (David 1975).

Inimvara võib klassifitseerida olenevalt selle kasutamise eesmärgist. Aja jooksul kogutud oskused ja kogemused omavad määravat tähtsust tööjõu valikul. Siinkohal on oluline eristada, kas tegu on ettevõtja/juhtkonnaga või siis tavatöötajatega. Gennaioli et al. (2011) leidsid, et tehes vahet juhtkonnal ja töölistel on parem kaardistada inimvara nõudlust ettevõtetes. Nende esitatud teooria kohaselt töötajad ühes oma teadmiste ning oskustega panustavad neoklassikalisesse produktsiooni mudelisse, mille esimeseks hüpoteesiks on, et tööjõuga seonduva kapitali kasvades tõuseb ka majanduslik edukus. Mida rohkem kapitali, seda produktiivsemad saavad inimesed olla (Cass 1972) samal ajal kui juhtkonna ja ettevõtjate tasemel mõjutab inimvara majanduslikku edukust täiesti erineval viisil. Töökohal vajaminevad oskused on nii sektori spetsiifilised kui ka ameti spetsiifilised ja kui ettevõtjate puhul näiteks hinnatakse oskusi nagu riski haldamine ja üldine juhtimine, siis tööliste puhul on antud oskused vähem olulised.

Selleks, et kirjeldada seda, kuidas ülikoolist hariduse saanud inimesed panustavad tööstuse arengusse on Lanciano-Morandat ja Nohara (2004) kirjeldanud mudelit kus nad on ära määranud kolm erinevat segmenti, mis tekivad läbi ülikoolide ja tööstuse koostöö. Autorid mainivad „vahe-tööturgu“, kus kaks või enam partnerit töötavad koos selle nimel, et produtseerida inimvara, teadmisi või pädevusi genereerimaks uusi ideid ja andmaks panust innovatsioonile.

Esimeseks segmendiks on inimesed, kellel on „hübriid karjäärid“, ehk nad on tegevad nii ettevõtluses, kui ka ülikooli juures. Üha rohkem on ettevõtete ja ülikoolide vahel koostöö projekte mis võivad olla kas näiteks ühised doktorantide juhendamised või siis ühendlaborid. Need sidemed ei ole olulised ainult teadmiste siirde jaoks, vaid vahendavad ka teadlasi ennast. Valdav osa inimestest, kes on tegevad nii ülikoolis kui tööstuses, jäävad sellesse segmenti. Neil on osa mõlemast ja nad vahendavad läbi koostöö tekkinud teadmust.

Teiseks segmendiks on õppurid, kes omandavad oma hariduse küll ülikoolis, kuid mida osaliselt toetab ka tööstus. Siia alla lähevad nii ühendatud õppekavad kui ka praktika tegemine ettevõtete juures. Doktorikraadi puhul on üheks laialdasemaks meetodiks saanud grandi rahade eest tööstuslikus laboris töötamine. Teiseks võimaluseks on õppekavad, mis on ette valmistatud ettevõtete vajadusi silmas pidades. Selline koostöö saab võimalik olla vaid suuremate ettevõtetega. Taolise õppekava läbimine annab doktorikraadi saanule võimaluse siirduda otse antud ettevõttesse tööle ja pakub ettevõttele hea haridustasemega spetsialiseerunud tööjõudu.

Kolmandaks segmendiks on „siirde teadlased“ kes liiguvad ülikoolist tööstusesse, olles konsultandi vormis või siis asutades *spin-off* ettevõtteid. Tavaliselt on selline muster võimalik pigem järel doktorite puhul. See annab ettevõtetele võimaluse palgata teadusliku kvalifikatsiooniga inimesi, kellel on uusim informatsioon sektoris kasutatavate meetodite kohta ja oskused käsitseda spetsiifilisi seadmeid. Ühtlasi pole neil pikaajalist töölepingu kohustust.

Selleks, et teadmised saaksid edasi kanduda ülikoolidest tööstusesse peavad nad võtma mingisuguse kuju – tavaliselt on nendeks artiklid, patendid, programmid jmt, või siis tööjõud. Kuigi teadmised peavad jääma piiritlevateks on paljud teadmised siiski

tugevalt seotud ühe kindla indiviidiga. Palgatuna akadeemiast ettevõttesse toovad teadlased endaga kaasa varjatud teadmused, ehk siis laiemaid teadmisi, mis on seotud antud inimesega (Lundvall, 2002).

Taolist teadmust on keeruline nähtavaks muuta kirjalikult, kas teaduslikes artiklites või raportites. Nad on seotud inimesega läbi õppimisprotsessi, mis on toimunud nii ülikoolides kui ka väljaspool ning väga tihti omandatud mitte-teadlikult. Kuna teadmised on oma olemuselt „kleepuvad“ (von Hippel 1988) ja varjatud teadmus on tugevalt kontekstipõhine, siis ei ole võimalik teadmisi eraldada inimestest kes neid kannavad.

Üheks olulisemaks varjatud teadmuse aspektiks peetakse võimet leida ja kasutada uusi teadmisi (Senker 1995). Gibbons ja Johnston (1974) kirjutavad, et ülikoolide lõpetajatelt on eeldatud, et nad suudavad kasutada aktuaalset teavet, suurendada oma teadmiste pagasit vastavalt vajadusele ja seega tagada juurdepääs suurematele probleemide lahendamise võimalustele. Kuigi ülikooli lõpetajatelt ei eeldata, et nad omaksid valmis vastuseid tööstuses ettetulevatele probleemidele, peaksid nad teadma kuidas leida vajalikke teadmisi ja oskusi nende probleemidega tegelemiseks. Läbi isiklike kontaktide oma eriala siseselt on neil olemas ka võrgustik, mida vajadusel kasutada teadmiste ja oskusteni jõudmiseks (ibid.).

Mida rohkem on teadmus varjatud, seda rohkem on vaja kasutada erinevaid kanaleid selle ülekandeks. Peale traditsiooniliste artiklite on vaja varjatud teaduse ülekandeks kasutada tööjõu ajutist või alalist mobiilsust, ühiseid projekte jne (Mangematin et al. 1999). Almeida et al. (2002) näitas inimvara mobiilsuse olulisust rahvusvaheliste ettevõtete näitel, kus varjatut teadmust anti edasi paremini saates võtmeisikuid ühest riigist teise, pigem kui läbi ühiste projektide. Isegi ühe ettevõtte siseselt on peamiseks viisiks varjatud teadmuse ülekandeks inimeste ümber-lokaliseerimine (Szulanski et al. 2001). Kogenenud teadlaste mobiilsus ei paku ainult ühekordset teadmiste siiret, nagu seda näiteks litsentseerimise puhul, vaid pakub ka võimalust muude kompetentside siirdeks mis võimaldavad ettevõtte siseselt teadmused veelgi kasvatada. Seda eriti seetõttu, et inimeste palkamisega kaasneb juurdepääs nende isiklikele ja erialastele võrgustikele (Kim 1997). Võimalik, et tööjõudu palgates on varjatud teadmused ettevõtte arengus isegi suurem roll kui ülikoolidest kaasa saadud baasõppel. Lanciano-

Morandat ja Nohara (2004) arvates on inimvara akadeemia kaudu saadud koolituse ja ettevõtete organisatsioonistruktuuride pandud kindlatesse kutsealastesse kategooriatesse. See, kuidas antud inimvara grupeeritakse, sõltub väga tugevalt regiooni ja sektori eripäradest. Samas, nende mudeli kohaselt on isegi ühe grupi siseselt inimesed oma tausta poolest piisavalt mitmekülgsed, et pakkuda võimalust spetsialiseerumiseks kõige erinevates tehnoloogilistes valdkondades.

Selleks, et omandada oskusi, mis on olulised tööstuse jaoks, on ülikooli lõpetajatel vaja omandada küll baasmeetodid ning olla võimelised neid rakendama ka väljaspool õpitud praktikaid, kuid see, kuidas neid meetodeid on kasutatud kõrgharidusasutustes ei ole alati tähtis tulevasel töökoha valikul tööstuses. Meetodite valdamine, mida on kasutatud ülikoolis uurimistöö jaoks on suurema osakaaluga, kuid tehtud uurimistöö tulemused (Nelson 1986). Nelson ja Levin (1986) väidavad, et ülikoolide kohustuseks on pakkuda erialast väljaõpet teaduslike baasestadmiste ja teadustöö vallas. Samas ei pea nad oluliseks ülikoolide juures läbiviidud teadusuuringute tulemit, pigem just kogemusi, meetodeid ja varjatut teadmist mida koguti õppe jooksul.

Ettevõtete tööjõu vajadused

Tööjõu oskusi ja teadmisi kui potentsiaalset kapitali hakkasid teadusringkondades kapitalina käsitlema esmalt majandusteadlased 1960ndatel. Esimeste seas leidis Schultz (1961), et inimeste oskuste ja teadmiste puhul on tegu kapitali vormiga. Tööjõud on oluline igale ettevõttele, kuid just kõrgtehnoloogiliste ettevõtete jaoks on tööjõu koolitamine äärmiselt ressursse nõudev. Liigne stabiilsus tööhõives võib viia „grupi mõtlemiseni“ ja seeläbi väheneb võimalus uueks ja innovaatiliseks läbilöögiks (Lam 2007). Sellepärast on paljud suured ettevõtted pigem hüljanud ettevõtte sisese koolitamise ja eelistavad palgata uusi töötajaid võimalikult erinevatest haridusliku taustaga, kasutades oma koostöö võrgustikke, teiste hulgas ka koostööprojekte ülikooli teadlastega (Lam 2003; Murray 2002; Powell, Owen-Smith 1998). See annab neile võimaluse olla pidevalt kursis nende teadusharu viimaste arengutega ning kindlustab, et ettevõtetes kasutatud meetodid on ajakohased. Sarnaselt näitasid ka Zawislak ja Dalmarco (2010) oma uuringus, mis hõlmas 2726 uurimisrühma ja mis viidi läbi

ühisuuringus 4521 ettevõttega, et uute T&A ettevõtete jaoks on kõige tähtsamateks aspektideks koostöö puhul ülikoolidega sealt saadud sidemed, mis viivad ülikoolide lõpetajate palkamise, ühiste ruumide kasutamise ja ühise tulevase tööjõu väljaõpetamiseni. Holbrook ja Huges oma 2003 raportis tõid välja, et innovatsioonikesksete ettevõtete jaoks on tööjõu kättesaadavus ja innovatiivsus omavahel seotud läbi selle, et kvalifitseeritud töötajaskond aitab kaasa innovatsiooni tekkele. Samuti näitasid nad, et ettevõtetes, mis olid turule tulnud viimase viie aasta jooksul uue ja unikalaase tootega, oli kõrgharidusega töötajate arv oluliselt suurem kui mitte innovatiivsetes ettevõtetes. Tuues välja peamised probleeme, mainiti kõige sagedamini just kvalifitseeritud tööjõu leidmist.

Leidmaks ettevõttesse sobivat tööjõudu on tugevalt üldistades võimalik kaks erinevat lähenemist: kas koolitada tööjõud ettevõtte siseselt, või siis osta see sisse. Erinevad autorid on soovitanud erinevaid lähenemisi ja mõlemal on tegelikult olemas omad potentsiaalsed kasutegurid. Nagu eelnevalt mainitud, aitab tööjõu sisseostmine "grupi mõtlemise" vastu, aga see aitab vähendada tööjõuga seonduvaid administratiivseid väljaminekuid (Davis-Blake, Uzzi 1993), balansseerida paremini tööjõu vajadusi ja suurendada organisatsiooni painduvust olles võimeline kiiremini reageerima spetsiifiliste tööjõu vajaduste suhtes (Miles, Snow 1992; Snow et al. 1992). Samuti annab tööjõu sisse ostmine võimaluse rohkem keskenduda ettevõtte tuumikteadmiste arendamisele ja seeläbi leida oma spetsiifiliste oskuste läbi kindel nišš (Quinn 1992). Tööjõu koolitamine pakub suuremat stabiilsust ja ettevõttes on olemasolevate oskuste ning võimekuste ette-ennustatavust (Pfeffer, Baron, 1988). Samuti paremat tööjõu koordineerimist ja kontrolli ning tugevamat sotsiaalset võrgustikku ettevõtte siseselt. Vaatamata paljudele eelistele on mõlemal mudelil on ka negatiivsed küljed. Kuigi tööjõu koolitamine ettevõttes pakub suuremat stabiilsust, on see siiski kulukas. Sellega kaasnevad ka kõrgemad administratiivsed kulud ja ettevõtte muudab uue tööjõu palkamise vähem adaptiivseks (Rousseau 1995). Tööjõu sisse ostmine paneb ette piirangud ettevõtte arengule. Kui ettevõtte panustab liialt tööjõu sisse ostmisele, selleks, et rahuldada oma lühemaajalised eesmärgid, siis see võib saada takistuseks pikemaajaliste eesmärkide puhul (Lei, Hitt 1995). Samas, kui tegu on piisavalt väikese ja spetsiifilise ettevõttega, ei ole tööjõu sisse ostmine tihti isegi võimalik. Valdavalt ei panusta ettevõtted ainult ühele strateegiale, vaid kasutavad olenevalt olukorrast

mõlemat. Lepak ja Snell (1999) toovad välja, et inimvara sisse toomise moodus ettevõttesse oleneb tugevasti sellest, millised on inimvarale seatud eesmärgid. Nad pakuvad välja inimvara sisseostmise ja kohapeal koolitamise täpsemaks eristamiseks omakorda järgmist eristamist: tööjõudu saab kohapeal koolitada kas läbi maja-sisese väljaõppe, või on võimalik omandada valikud teadmised, saates töötajaid koolitusele kus nad saavad vajalikud teadmised. Tööjõu sisse ostmisel on samuti võimalik valida erinevate strateegiatega vahel. Ühelt poolt on see võimalik koostöö kaudu ülikoolidega, kus nagu eelnevalt mainitud kas läbi ühiste õppekavade, juhendamiste või muu mooduse on juba üliõpilaste õppesse sisse toodud need oskused mis on ettevõttes vajalikud. Teiseks võimaluseks on lühiajalised lepingud mis tavaliselt seisnevad konkreetsete ettevõtetes esinevate probleemide lahendamises (ibid.).

Purcell et al. (2002) toob oma uurimuses välja, et kuigi töötajate leidmisel on olemas palju teoreetilisi lähenemisi, siis praktikas on see sageli raskendatud. Seda näitab hästi ka Suurbritannias läbi viidud uuring, mis üllataval kombel väidab, et tööandjate suutmatus leida vajalikku tööjõudu, ja kaebused, et ülikooli haridusega lõpetajatest on puudus, on tihti seotud hoopis ettevõtte enda konservatiivse värbamise strateegiaga. Eraldi riskirühmadena tuuakse välja vanemad ja madalama sotsiaalse taustaga töötajad. Kuigi paljud riiklikud strateegiad panustavad tööhõive probleemidele erinevates sotsiaalsetes klassides. on varasemates uurimustes siiski ilmne, et madalamast sotsiaalsest klassist inimestel on sama ülikooli hariduse puhul väiksem võimalus leida tööd. Nad teenivad vähem kui samasuguse kvalifikatsiooniga inimesed ning hindavad oma tööhõive olukorda üldiselt vähem positiivseks (Metcalf 1997).

Purcell et al. (2002) uurimus tõi välja „ideaalse tööpakkuja“ tunnused, mida kokku võttes võib pidada järgnevateks:

- Nad saavad aru, et personali värbamine on tugevalt seotud turundusega ja seega turundavad ennast kui organisatsioone mis pakuvad võrdeid õigusi ja võimalusi oma töötajatele;
- Nad on väga selgesõnalised nende oskuste ja teadmiste osas, mida nad oma töötajates otsivad;
- Nad panevad tugevat rõhku sellele, et töötajate ootused organisatsiooni kohta oleksid realistlikud;

- Neil on tugevad sidemed ja koostöö ülikoolidega;
- Nad pakuvad oma töötajatele võimalusi ennast pidavalt täiendada.

Vaatamata sellele, et osad tööandjad ei piira oma töötajaid sotsiaalse tausta ega ka vanuse poolest ja pakuvad neile piisavalt võimalusi enese arenguks, ei tähenda see, et terve sektor või regioon sellest kasu saaks. Baldwin (1993) on väitnud, et inimvara akumulereerumine on otseselt seotud algupärase juurdepääsuga inimvarale. Ehk siis, sektorites kus ei ole „seemnekapitali“ sobiva tööjõu näol, on arvatavasti areng rohkem pärsitud. Selleks, et tekiks mingisugune areng või isegi potentsiaal arenguks, peab olemas olema kriitiline mass tööjõudu, mis suudab tegeleda tulevaste töötajate koolitamisega ja eelkõige peab olemas olema oskus täpselt määrata ära sektori tööjõu vajadused (Bradley, Taylor 2006). Selline mõtteviis on eriti oluline väikeste regioonide või siis riikide puhul nagu seda on Eesti, kus areng võib olla pärsitud väheste spetsialistide olemasolu tõttu, kes ei suuda enda ümber tekitada piisavalt suurt ettevõtlussektorit.

Faggian ja McCann (2008) toovad juba innovatsiooni definitsiooni juures välja, et innovatsioon on inimvara ja teadmiste ülekandumise interaktsiooni tulem, mis omakorda loob kumulatiivse õppimise efekti. Martin et al. (1996) peab kõrgharidusega ülikooli lõpetajaid teadmiste kogumise, uute meetodite, professionaalsete võrgustike, tehnoloogiliste probleemide lahendamise ja uute ettevõtete loomise kõrval üheks tähtsamaks kõrgharidusasutuste ja sellega seotud institutsioonide tulemiks. Ülikoolide lõpetajad on saanud tugeva erialase hariduse, neil on piisavalt teadmisi, nad on osa rahvusvahelistest võrgustikest ja neil on kogemusi keeruliste probleemide lahendamisega.

Kuigi enamik autoreid nõustub, et ülikoolide lõpetajad on väga oluliseks vahendiks, mille kaudu ülikoolid saavad täita oma uut rolli ühiskonna ees ning mille läbi toimub ülikoolide ja tööstuse vaheline teadmiste siire, on antud teema kohta läbi viidud suhteliselt vähe uurimusi. Samuti, tõendid inimeste mobiilsusest, kui innovatsiooni ühest ajendist, on jätkuvalt suhteliselt esialgsed (Breschi, Lissoni 2003; Persson 2002; Power, Lundmark 2004). Üheks põhjuseks võib pidada seda, et oluliselt kergem on leida andmeid patentide ning T&A edusammude kohta kui inimvara liikuvuse ja tööturu kohta üldiselt. Teoreetilisest aspektist on inimvara kerge näha kui teadmiste

ülekandumise vahendit, kuid detailsed empiirilised andmed nii inimvara nõudlusest, pakkumisest kui ka mobiilsusest on vajalikud selleks, et õigesti hinnata selle rolli innovatsioonis (Faggian, McCann 2008).

Ülikooli tähtsus teadmusloomes

Ülikooli roll on ajas muutunud. Ülikoolid on üha rohkem kaasatud teadmussiirdesse, mis on vajalik innovatsioonialase konkurentsivõime säilitamiseks. Ülikooli puhul on võimalik rääkida teisest akadeemilisest revolutsioonist. Esimene akadeemiline revolutsioon toimus 19. sajandil kus ülikooli rollile, kui teadmiste edastajale ja õpetuste jagajale lisandus ka teaduslike uuringute läbiviimise funktsioon. Ehk siis ülikoolist sai teadusasutus (Etzkowiz et al. 2001). Selle muudatuse kaudu sai võimalikuks teaduse ja tehnoloogia vaheline koostöö ning sellega seoses muutus ülikool oluliseks ka ühiskonna heaolu arengus. Ülikoolid muutusid just sellel ajahetkel sotsiaalsete ideede ja muudatuste keskusteks. Haridus muutus üldiselt kättesaadavamaks ja valdav oli lineaarne innovatsiooni protsess, kus valitses ülikoolide poolt toodetud teaduse ühesuunaline vool tööstusesse (Etzkowitz et al. 1998).

Teise akadeemilise revolutsiooniga, mis sai alguse eelmise sajandi seitsmekümnendatel, liideti ülikoolidele veel kolmas missioon – ülikoolist sai tehnoloogia siirde keskus. Teaduse globaliseerudes ja uute tootmisviiside juurdudes muutus innovatsioon üha olulisemaks. Teadmiste tähtsus kasvas ja õpetamisest sai strateegiline protsess (Lundvall, Johnson 1994). See andis võimaluse ülikoolidele kommertsialiseerida oma senised tegevused. Peale teist akadeemilist revolutsiooni peaksid ülikoolid olema võimelised oma teadustöö tulemusi esitama nii intellektuaalse vara, turustatava toote/teenusena kui nägema teadustöö kasumlikkust laiemas sotsiaalses aspektis (Etzkowitz 1994). „Teadusülikoolidest“ kasvavad välja nn „ettevõtlikud ülikoolid“ mis näevad ülikoolides tehtavat teadust ja uute teadlaste koolitamist ettevõtluse vormina (Etzkowitz, Webster 2000). Tavaliselt peetakse teise akadeemilise revolutsiooni all siiski silmas just tehnoloogiliste tulemite kommertsialiseerumist ja uute *spin-off* ettevõtete teket (Rodrigues 2009). Siinpuhul on olulisel kohal akadeemia ja tööstuse omavahelised sidemed, sest tavaliselt ülikoolidel puudub teadustulemuste turustamiseks vajalik kompetents. Ülikoolidel ei piisa vaid ühe piirkonna teadmusnõudluse ära

tundmisest ja sellele vastamisest, sest olles osa rahvusvahelisest võrgustikust on ülikoolidele pandud sotsiaalsete neksuste roll, mis peaksid kaasa aitama globaalsele teadmussiirdele. Selleks, et täita ülikoolidele pandud sotsiaalset rolli peavad teadus- ja arendusasutused teadvustama oma rolli majandusprotsessides läbi teadmiste kapitaliseerimise, koostöö ning teadmiste- ja tehnoloogiasiirde ja oskama seda aktiivselt rakendada. Kuigi innovatsioon on jätkuvalt väga tugevas seoses interaktiivse õppega on see muutunud pigem sotsiaalseks fenomeniks, mis on omakorda sõltuvuses sotsiaalsetest tavadest, mis määravad teadmuse loome, levitamise ja kasutamise strateegiad (Cooke, Morgan 1998).

Oma 2010 teoses väidavad Etzkowitz ja Viale, et ülikoolid on hetkel tegemas läbi kolmandat revolutsiooni. Järgmine suurem transformatsioon muudab ülikoolide rolli innovatsiooni allika ja edendajana veelgi suuremaks. Paljud rollid, mis on praegu omistatud pigem tööstusele, saavad ülikoolide pärusmaaks. Kui esimeses ja teises revolutsioonis liideti ülikooli õpetamise funktsioonile teadus ja teaduse kommertsialiseerimine sotsiaalse heaolu hüvanguks, siis kolmas revolutsioon integreerib lineaarsed innovatsioonimudelid regulatoorsesse raamistikku, ühendades organisatsioone ja institutsioone, mis on innovatsiooni algatajateks sünteesides seeläbi täiesti uut teadmust.

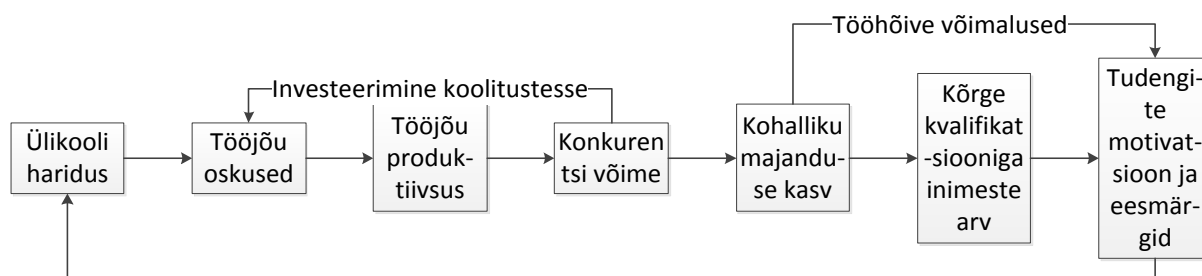
Peale eelnevalt kirjeldatud mudelite tuleb ülikooli rollist rääkides kindlasti mainida Gibbons'i et al. (1994) poolt välja pakutud eristust teadusliku informatsiooni produtseerimisel – *Mode 1* ja *Mode 2*. Kui innovatsioonimudelid on muutunud institutsiooni põhiselt lähenemiselt pigem võrgustike ja keskkonna põhiseks, siis sarnast eristust võib näha teaduse produktsioonist. Ajalooliselt varajasemat teaduse produktsiooni mudeli, *Mode 1*, kohaselt on usaldusväärsed akadeemilised teadmised produtseeritud vaid defineeritud akadeemilises raamistikus (Tuunainen 2002). *Mode 1* puhul oli teaduse ning selle sotsiaalsete implikatsioonide seos suhteliselt väike ning ülikooli ja tööstuse vahelised piirid olid selged ning nende omavahelist seost ei eeldatudki. See andis omakorda nii ülikoolidele kui ka tööstusele vabaduse tegeleda just nende teemadega, mis olid nende jaoks antud hetkel prioriteetsed (Gibbons et al. 1994).

Mode 2 põhjal on teadus, tehnoloogia ja ühiskond omavahel de-diferentseerunud (Gibbons et al. 1994), ehk siis *Mode 2* on interdistsiplinaarne, organisatsioonilt mitte

hierarhiline ja sotsiaalselt vastutustundlik. Baasuuringuid tehakse hoides silmas lõplikku tulemit, mis eeldatavasti oleks vajalik mitte ainult teadlastele endile, vaid ühiskonnale üldiselt. Antud mudelis rõhutatakse institutsioonide vahelise koostöö olulisust. Oluliselt rohkem keskendutakse projektipõhisele tööle, mis on pigem probleemikeskne ja kus organisatsioonide vahelised sidemed on vastavalt vajadusele kiired tekkima (Whitley 1984). Nagu ülikoolide erinevate rollide puhul ei ole *Mode 1* ja *Mode 2* ajaliselt eristatavad. Eeldatavasti on mõlemad võimalused jätkuvalt olemas ja see oleneb igast ülikoolist, millist teaduse produtseerimise mudelit nad eelistavad (Gibbons et al. 1994).

Nagu eelnevalt mainitud on haridus väga oluline faktor majanduskasvu puhul. Juba Lundvalli (1992) teooriate käsitlemisel on mainitud teadmiste produktsiooni kui äärmiselt olulist protsessi majanduse üldises arengus. Eriti on see märgatav regionaalsel tasemel (Faggian, McCann 2008). Piirkonnad, kus ülikoolid toodavad iga aasta teatud hulk lõpetajaid, on majanduslikult paremal järjel, kui regioonid kus ei ole akadeemilisi asutusi. Koolitades tudengeid tekib teatud ise-eneselik kordaja efekt, kus hea haridusbaasiga inimesed, läbi uute ettevõtete või muude algatuste tekitavad vajaduse suurema hulga teatud haridusega inimeste järgi (Armstrong 1993; Harris 1997). Cohen ja Leventhal (1990) on täheldanud sama efekti ka ettevõtete juures, sest mida suurem on ühe ettevõtte sisene teadmus, seda rohkem on ta võimeline juurde õppima. Eelkõige panustab kõrgharidus aga regionaalsesse ja ka riiklikusse inimkapitali arengusse ja seeläbi üldisesse ühiskonna edendamisesse (Bradley, Taylor 1996). Mitte kõik regioonid ühe riigi siseselt ei saa ühtviisi kasu riiklikest kõrghariduse strateegiatest. Mida rohkem ülikooli lõpetajaid liigub teatud piirkonda iga aasta, seda suurem tulu on regiooni jaoks ülikoolidest ja seeläbi on nende roll üldiselt kas vähem või rohkem prioriteetne (Bennett et al. 1995). Peamiseks hüpoteesiks on teadmiste siire, mis leiab aset ülikoolide ja tööstuse vahel ning selle mõjule regiooni inimvarale (Abramovsky et al. 2007). Heaks näiteks on siinkohal London, kus töötab 40% rohkem ülikooli kraadiga inimesi, kui seal tegelikult õpetatakse. Samas teistes Inglismaa osades, nagu näiteks Yorkshire, õpetatakse ligi 40% rohkem inimesi kui sinna kohapeale töötama jääb. Vaadates kahe piirkonna majandustegureid on ilme, et London on majanduslikult oluliselt aktiivsem, samas ei saa tähelepanuta jätta teisi mõjutavaid tegureid (Faggian, Mccann 2009).

Bradley ja Taylor (2006) on loonud mudeli, mille abil nad seletavad, kuidas täpselt ülikoolide poolt pakutav haridus panustab majanduse arengusse (Joonis 1.3.). Antud mudel koosneb järjestikest sammudest, mis tekitavad pidevalt korduva mustri. Iseenesest on tegu väga kerge ja lineaarse mudeliga, kus ülikooli haridus annab tööjõule paremad oskused, mis omakorda tõstab selle produktiivsust ja konkurentsivõimet, mis viib otseselt majanduskasvuni. Majanduskasv viib selleni, et regioonis on üha rohkem kõrge kvalifikatsiooniga inimesi, mis omakorda mõjutab inimesi ennast täiendama kõrghariduslikes asutustes ja rohkem panustama oma hariduse täiustamisesse. Mis viib siis omakorda raja algusesse, ehk siis inimeste juurde kes valivad ülikooli hariduse omandamise tee. Mida suurem on konkurentsivõime, seda rohkem on olemas ressursse mida investeerida hariduse kvaliteedi parandamisse. Kohaliku majanduse kasvades tekib juurde töökohti, mis omakorda tekitab inimestes suuremat soovi kõrghariduse järele.



Joonis 1.3. Ülikooli lõpetajate mõju majanduskasvule. Allikas: Bradley ja Taylor (2006), autori täiendustega.

Antud mudeli juures on üks huvitavamaid aspekte see, et mudeli toimimiseks on vajalik kindel hulk kõrgharidusega inimesi. Oluline on siinpuhul see, et need inimesed ei jääks ülikooli juurde, vaid tegeleksid oma erialaga ettevõtluses või muudes ülikooliga mitte seotud organisatsioonides. Uusi töölisi on kergem koolitada, kui on olemas teatud osakaal samade oskustega töölisi, keda saaks kaasata koolituste läbiviimisesse. Samuti tuleb märkida, et tegu on väga aeganõudva mudeliga. Selleks, et ülikooli lõpetajad saaksid avaldada mõju üldisele majanduse arengule läheb tavaliselt mitmeid aastaid.

Vaadates täpsemalt teadusmahukate ettevõtete tööjõu vajadusi peab kindlasti mainima oskusi, mida tööjõult otsitakse. Oskuste all mõeldakse tavaliselt sünnipärase võimekuse,

formaalse ja mitteformaalse hariduse ning kogemuste osakaalu. Kõrgtehnoloogilistes ettevõtetes eeldatakse töötajatelt tavaliselt bakalaureusekraadi olemasolu. Nii tipp- kui keskastmejuhtideks on doktorikraadiga inimesed ja projektijuhtideks magistrikraadiga töötajad. Hilton (2008) mainib oma „Tulevaste oskuste nõudluse“ uuringu raportis, et ettevõtetel ei ole probleeme vajaliku haridustasemega inimeste leidmisel, küll aga on puudus inimestest, kelle on ka „pehmed oskused“. Kuna biotehnoloogia ettevõtteid on siiski suhteliselt väike arv, on vajalikku haridusliku taustaga tööjõu pakkumine ülikoolide poolt täiesti piisav. Kahjuks kaasnev ülikooli diplomiga teatud sotsiaalsete oskuste puudujääk. Murray toob välja, et tavaliselt „probleem ei ole hulgas, probleem on koolituses“. Ülikooli lõpetajad, kellel on hea teaduslik taust ei ole tihti koostöövalmid, sest ülikoolis hinnatakse pigem iseseisvat tööd ning väga harva tehakse tööd meeskondades. Erinevate koolitusstiilide ebakõla tuleb paraku välja doktoritaseme õpingute puhul. Enamikul doktorikraadiga lõpetajatel puuduvad võimed näha oma teadusliku töö majanduslikku väärtust ja neil on suhteliselt halvad kommunikatsiooni ja suhtlemise oskused (Edwards, Murray, Yu 2006).

Houston (2007) toob välja peamised kompetentsid mida teadusmahukates ettevõtetes oma töötajates enam väärtustatakse:

- Loominguline probleemide lahendamine,
- Kommunikatsiooni oskused,
- Kohanemisvõimelisus,
- Enesejuhtimine,
- Eneseareng,
- Süsteemne mõtlemine.

Casner-Lotto ja Barrington (2006) rõhutasid omakorda kommunikatsiooni ja koostöö oskusi ning kriitilist mõtlemist ja probleemide lahendamist. Lisaks sellele toodi veel välja professionaalsuse ja tööeetika olulisus. Oma 2007. aasta riikliku oskuste strateegia uuringu raportis tõi Forfas välja, et majanduse teadusmahukamaks muutumisel, kasvab vajadus tehnoloogiliste teadmiste ning üldiste oskuste järgi. Töö on muutumas üha vähem rutiinseks ning vajadus painduvuse, elukestva õppe, initsiatiivikuse ja iseseisva otsustusvõime järgi kasvab pidevalt. Antud uuringu ekspertrühma arvates peaksid järgnevad olema eduka töötaja üldiste teadmiste varamus: baasteadmised nagu näiteks

arvuti kasutamise oskus, inimeste-põhised oskused nagu näiteks kommunikatsioon ja grupitöö, kontseptuaalsed oskused nagu teadmiste leidmine, loovus, süsteemne mõtlemine ja probleemide lahendamine. Uuring hindab üldisi teadmisi vähemalt samavõrdseteks tehniliste ja tööpetsiifiliste teadmistega (ibid.)

Kokkuvõtlikult võib öelda, et teadusmahukates sektorites on ülikoolide poolt pakutav hariduslik taust eelduseks, kuid sotsiaalsed oskused ja võime näha oma uurimistöös potentsiaali on see, mis on töötajates eriti hinnatud. Võttes arvesse eelnevalt kirjeldatud ülikoolide uut rolli ja nende kohustust ühiskonna ees peaks see peegelduma hariduses, mida antakse edasi ülikooli lõpetajatele. Peale teadusparkide ja tehnoloogia arenduskeskuste on ülikoolide peamiseks viisiks mõjutamaks ühiskonda siiski tuhanded üliõpilased kes igal aastal ülikooli lõpetavad. Kuigi ülikoolid ise rõhutavad just kriitilise mõtlemise oskust ja võimet akadeemilist uurimistööd läbi viia, mis on küllaltki üldised oskused, ei ole need siiski kooskõlas ettevõtete poolt otsitud oskustega. Järgmises peatükis tuleb juttu sellest kuidas biotehnoloogiat, kui näidet Eestis arenenud kõrgtehnoloogilisest sektorist, on mõjutanud kõrgharidusmaastik.

Inimesed on ettevõtete jaoks primaarseks kapitaliks. Eriti kõrgtehnoloogilistes sektorites nagu seda on biotehnoloogia on ettevõtete jaoks oluline töötajatega seotud lisandväärtus. Lisandväärtuse loomine ei too kasu mitte ainult ettevõttele, vaid ka kogu majandussektorile. Selleks, et ettevõtetes töötavatel inimestel oleks piisavalt kompetentsi kõrgtehnoloogiliste probleemide lahendamiseks on äärmiselt oluline ülikooli roll tulevase tööjõu produtseerijana.

1.3 Riiklik innovatsioonisüsteem ja biotehnoloogia

Riigi innovatsioonisüsteemile puudub ühene definitsioon. Antud mudeli puhul on kõige tähtsamateks osapoolteks ettevõtted, ülikoolid, riiklikud uurimusasutused ja eelkõige neis töötavad inimesed. Oluliseks peetakse interaktsioonide võrgustikku osapoolte vahel ja seda, kuidas antud interaktsioon viib kollektiivsete teadmiste süsteemi loomise ja kasutamiseni. Innovatsioon ja tehniline progress on erinevate teadmiste tootvate, levitavate ja rakendatavate osapoolte seoste tulemiks. Sellest, kuidas antud osapooled omavahel suhtlevad ühe kollektiivse teadmiste süsteemi osadena sõltub riigi

innovatiivsuse võimekus (Metcalf, 1995). Selle põhjal võib väita, et riiklik innovatsioonisüsteem keskendub teadmiste ülekandmisele ja on seega pea mudel iseloomustamaks antud töös püstitatud probleemi.

Riiklik innovatsioonisüsteem rõhutab, et erinevate innovatsiooni loomega seotud osapoolte vaheliste suhete mõistmine viib ka riigi majandusliku edukuseni (Lundvall, 1992; Nelson, 1993). Inimesed, kui innovatsiooni kandavad osad ja teadmiste edasikandjad on alati olnud majandusliku edukuse võtmeks (Malhotra, 2003). Kuna teadmispõhine majandus on muutumas üha olulisemaks, on investeeringud teadmistesse, nagu teadus ja arendus, haridus ja innovaatilised töövõtted, muutunud vältimatuks osaks majanduslikule kasvule orienteeritud strateegiast. Selleks, et paremini aru saada riigi vajadustest kasutatakse täiendavalt teadmistesse investeerimisel ka teaduse ülekande kaardistamist (Martinez-Roman et al., 2011). Sarnaselt eelnevas peatükis kirjeldatud ülikooli ja ettevõtluse vahelistele sidemetele on ka teadmised riigi tasemel mõõdetav publikatsioonides, patentides ja muudes kergesti kvalifitseeritavates ühikutes.

Samas näiteks Samara et al. (2012) kasutab riigi innovatsioonisüsteemi kaardistamiseks hoopiski süsteemi dünaamilist analüüsi, kus ta rajab mudeli eeldusel, et just ülikoolide tase ja teadusliku, tehnoloogilise ja üldise teadmise genereerimine on need muutujad, mis mõjutavad riigi innovatsioonisüsteemi edukust. Teaduse ja arenduse võimekus on otseses seoses sobiva inimvara ja teadmise kättesaadavusega. Seetõttu on nende mudeli keskmeks haridussüsteemi kvaliteet ja tööjõu haridustase, läbi mille ennustatakse riigi innovatsiooni võimekust (ibid.).

Euroopa Liidus on innovatsiooni mõõtmiseks välja arendatud eraldi Euroopa Innovatsiooni Tulemustabel (European Innovation Scoreboard, 2008). Antud tabel koosneb kahest eraldi seksioonist. Eristatakse kahte taset; riiklik, kus Euroopa Innovatsiooni Tulemustabel kasutab 24 indikaatorit ja regiooni põhine innovatsiooni määr mis koosneb 12 küsimusest. Kuna regioonide on kokku 190 ja andmeid kõigi kohta ei ole võimalik saada, on regioonid jaotatud gruppidesse, mis on nii geograafiliselt lähedased kui ka sarnased innovatsiooni taseme poolest. Küsimustik on jaotatud kolmeks osaks: võimaldajad, ettevõtlustegevus ja väljundid. Oluline on märkida, et võimaldajate all mõeldakse just investeeringuid haridusse, publikatsioonide arvu, lõpetajate hulka ja

muid teadmiste ülekandega seotuid aspekte. Peatüki lõpus kirjeldatud riigid on valitud tuginedes just Euroopa Innovatsiooni Tulemustabelile.

Igal riigil on oma institutsionaalne profiil olenevalt riiklikust strateegiast ettevõtluse, hariduse ja uurimistöö rahastamise alal. Nagu juba ennemgi mainitud, on edukas majanduslik ja tööstuslik areng tihedalt seotud riigi võimekusega omandada, vastu võtta ja levitada kaasaegseid tehnoloogiasid (Lundvall, 1992). Innovatsioonisüsteemi tekkimine ja areng põhineb kahe protsessi põimumises: ühelt poolt on oluline ettevõtete ja tööstuse areng ning teiselt poolt riiklikud poliitikad, institutsioonid ja olemasolev teaduse infrastruktuur.

Eelnevatel riiklikel otsuste põhjal akumulunud teadmiste põhjal tekib riikidel teatud rajasõltuvus. Riiklike ja tööstuslike protsesside ko-evolutsioonist võib tekkida olukord, kus eelistakse teatud sektoreid või tööstusalasid (Narula, 2002). Rajasõltuvus ei seisne ainult majanduslikes struktuurides, poliitikates ja institutsioonides, vaid peegeldab ka kindlate probleemide eelistatavaid lahendusviise (Pierson, 2000). Millise raja riik valib, on suuresti determineeritud institutsionaalsete faktorite poolt, mis peegelduvad kõige paremini riiklikus innovatsioonistrateegias (National Innovation Systems, OECD, 1997). Kui riigil on teatud tehnoloogiline eelis, kas tugeva hariduse või siis tootmise näol, tekib oluliselt rohkem ärilisi võimalusi just antud sektoris, millest tuleneb kindlate sektorite spetsialiseerumise püsivus. Kuigi uued ideed ja lahendused võivad tekkida igas keskkonnas on nende areng ja progress suuresti tingitud sellest, kui hästi nad sobivad olemasolevasse raamistikku ja kas neid saab rakendada omades ligipääsetavaid teadmisi. Vaatamata kiirele tehnoloogilisele järeljõudmisele, võib see protsess olla siiski piiratud läbi kindlate tehnoloogiliste klastrite või oskusteadmiste olemasolu (Fagerberg et al., 2009).

Kui arenenud riikide puhul on innovatsioonisüsteemi peamiseks ülesandeks eelkõige säilitada ja mõneti parendada juba olemasolevat majanduslikku edukust, siis uutel hilissiseneja tüüpi riikidel on innovatsiooni süsteem vajalik selleks, et võimalikult kiiresti järgi jõuda teiste riikide arengule. Tingimused, milles ettevõtete majanduslik areng toimub on hilissisenevates riikides oluliselt teistsugused kui juba arenenud majandusega riikides. Seda arvesse võttes on ka tööstuslikud süsteemid, infrastruktuurid ja üldised poliitikad mis kõik omakorda mõjutavad uusi ettevõtteid väga erinevad

arenenud riikides alustavate ettevõtete keskkonnast (Hobday 1995, Kim 1997 ja Mathews 1995).

Millist tehnoloogilise järeljõudmise teed hilissisenejale soovitada, on väga raske öelda. Vaadates Aasia näidet on edukaks osutunud väga erinevad strateegiad (Wong 1999). Taiwan on saavutanud edu valdavalt läbi panustamisesse väikestesse ja keskmistesse ettevõtetesse ja kohaliku ettevõtluse toetamisele. Koreas aga eelistati suurte ettevõtete ja ettevõtlus parkide loomist. Antud strateegiat kasutati valdavalt selleks, et riigi vähest juhtimise ja arenduse kogemust kõikide tööstusharude vahel võimalikult edukalt jaotada (Kim,1997). Samas Singapur saavutas edu läbi rahvusvaheliste korporatsioonide tootmise ületoomise, mis omakorda stimuleeris kohalike ettevõtete tööstuslikku tehnoloogiaarendust (Hobday, 1995).

Edaspidi tulebki juttu just erinevate riikide võrdlusest riigi innovatsioonisüsteemi raames. Peale eelmainitud Singapuri on võrdluses ka Taani ja Iirimaa. Riigid said valitud valdavalt Euroopa Innovatsiooni Tulemustabelit silmas pidades. Taani on märgud kui innovatsiooni liider, Iirimaa on sarnaselt Eestiga on innovatsiooni järgneja. Singapur aga pakub võrdlushetke Aasia ühe edukaima väikeriigiga. Kõikide riikide puhul on välja toodud hariduse ja ülikooli roll majanduse arengus ning keskendatud on biotehnoloogia sektorile.

Ülevaate Eesti, Taani ja Iirimaa biotehnoloogia sektorist annab Tabel 1.1. Singapuri kohta kahjuks võrreldavaid andmeid ei leidunud. Eesti on lisatud tabelisse võimaldamaks võrdlust töö empiirilises osas. Taanis ja Iirimaal on ligi sama palju biotehnoloogia ettevõtteid, kuid ühe peamisena erinevusena võib välja tuua teadusliku doktorikraadiga lõpetajate arvu mis on Iirimaal ligi kaks korda suurem. Vaatamata suuremale teadusega tegelevate doktorantide arvule on Taanis väiksemad nii riiklikud kui ka ettevõtte sisesed T&A kulutused, ning vähem on ka patenteerimist. Samas on Iirimaal biotehnoloogias teiste teadusmahukate sektoritega võrreldes suuremad T&A kulud kui Taanis, viidates biotehnoloogia suuremale aktiivsusele just Iirimaal võrreldes teiste sektoritega.

Tabel 1.1. Biotehnoloogia sektori iseloomustus Eestis, Taanis ja Iirimaa.

Legend:	Eesti	Taani	Iirimaa
Biotehnoloogia ettevõtete arv	45	157	148
Teaduste doktori kraadi omandajate % kõikidest doktoritest	34	18	38
T&A sisemajanduse kulud SKPst	1,4	3	1,8
Biotehnoloogia tehnoloogilise eelise patentidel põhinev indeks		2,2	1,4
Biotehnoloogia T&A ettevõtlussektoris tööstuse lisandväärtuse protsendina	0,15	0,39	
Keskmine T&A kulutus ühe biotehnoloogia ettevõtte kohta (million USD PPP)		3	1,8
Biotehnoloogia T&A (million USD PPP)	17,1	463,7	301,6
Biotehnoloogia T&A kulud kõikide T&A kulude osana	10,2	11,0	15,1

Allikas: OECD, Biotechnology Statistics Database, May 2011; and OECD, Main Science and Technology Indicators Database, May 2011.

Singapur

Singapur saavutas iseseisvuse aastal 1965 ja alates sellest on nende majanduslik kasv olnud keskmiselt 8,5% aastas. Global Competitiveness Report (WEF, 2010) alusel on Singapuri majandus jätkuvalt maailmas top 10 hulgas. Nende majandusliku arengu mudel ühendab avatud majanduse mudeli kus keskendutakse välisinvesteeringutele ja äritegevusele teiste riikidega, mis on ühendatud tugeva riikliku tööjõu, kinnisvara ja tööstusliku arengu poliitikaga (A*STAR.Annual Survey... 2012).

Eelmise sajandi lõpul seisnes Singapuri majanduslik edu valdavalt uue tehnoloogia tekkes ja arengus ning riiklike tehnoloogia arengu klastritel. Riigi poolt oli selleks ette valmistatud viie aasta teaduse ja tehnoloogia plaanid millega alustati aastast 1991. Esimese viie aasta plaani eelarve oli ligikaudu 1,3 miljardit eurot ja see kattis nii tehnoloogia infrastruktuuride arengu kiirendamist, erasektori T&A soodustamist kui ka T&A tegevuseks vajaliku tehnilise tööjõu arengut. Plaanid panid paika 10 võtmeala millest üks on biotehnoloogia. Haridussüsteemil on Singapuris olnud kande roll. Alates iseseisvumisest alustati tööjõu mahuka industrialiseerimisega millega kaasnes oskustööliste ja spetsialistide koolitamine (Kong, 2003).

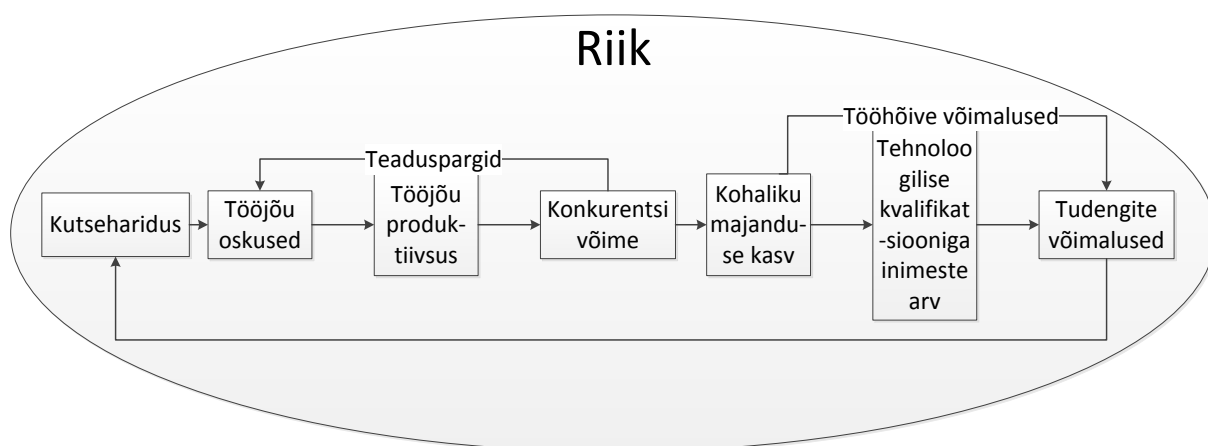
Hariduslikud prioriteedid on alati olnud riigi jaoks majandusliku arengu jaoks vajaliku tööjõu koolitamises. Peamiseks on peetud just tehnilist haridust mis võimaldaks Singapuril olla tehnoloogilise arengu lipulaevaks. Sajandi lõpuks olid enamuse Singapuri kõrgharidusasutused kas polütehnikumid või tehnoloogilise suunitlusega ülikoolid. Läbi aastate on suurenenud kutsehariduse saajate protsent, mis omakorda peegeldab nii haridussüsteemi kui ka inimeste poolt tehtavate valikute vastavust riiklike majanduse arengut silmas pidavate poliitikatega (IMD,2003).

Tänapäevaks töötab Singapuri biotehnoloogia sektoris ligi 7000 teadurit kes tegelevad T&A tegevusega ning iga aasta kulutatakse ligi miljard eurot biotehnoloogiale. Hetkel kehtiv viie aasta plaan on arvestanud kokku ligi 10 miljard eurot biotehnoloogia arenguks. Riigis on üle 50 tööstusmahulise tootmisega tegeleva biotehnoloogia mõõtmelise tööstusega tegeleva ettevõtte (Singapore Economic Development Board, 2012). Sellega seotult on enamuse tööjõust seotud just tootmisega või turundusega, mis tekitab mõningast eraldatust T&A tegevusest ja sellega kaasnevalt vähem arenduses vaja minevate oskustega inimestest.

Selleks, et riigis luua vajamineva haridusliku taustaga tööjõudu on Singapuril mitmeid strateegiaid. Ühelt poolt on keskendatud teistest riikidest pärit staarteadlaste toomisele Singapuri millest oodatakse kohest teaduse taseme tõusu. Ka on teadusliku ja ärilise kogemustega inimeste palkamine Singapuris riiklikul tasemel toetatud. Neilt oodatakse valdavalt just uute start-up ettevõtete loomist ja koostööd teiste ülikoolidega, kuna just sellest on puudus kohalikul tööjõul. Riik toetab ka üliõpilaste õpinguid välisülikoolides tingimusel, et nad naasevad Singapuri ja jäävad tööle kohalikes ettevõtetes.

Üheks Singapuri biotehnoloogia arengut soodustavaks teguriks on õige kliima loomine. Suurepäraseks näiteks sellest on Tuas Biomedical Park bioteaduste tootmiseks ja Biopolis, Aasia ja Vaikse ookeani piirkonna üks suurimaid ja populaarsemaid teadusparke. Biopolis on ligi 200 miljoni eurot maksev projekt mis hõlmab 190 hektarit ja mille eesmärgiks on pakkuda kõike vajalikku teadustöö tegemiseks. Samuti oodatakse teaduspargilt ülikoolide ja ettevõtete vahelise koostöö vahendamist, start-upide soodustamist ja pakutakse kõiki vajaminevaid teenuseid nagu intellektuaalvara ja juriidilist nõustamist (Finegold et al., 2003).

Singapuri biotehnoloogia sektori kohta võib kokkuvõtvalt öelda, et seda iseloomustab tugev riiklik toetus, suurte teadusparkide olemasolu ja tehnoloogilise või tööstusliku personali ülekaal akadeemilise suhtes. Põhinedes eelnevalt tutvustatud Bradley ja Taylor (2006) mudelile võib Singapuri iseloomustada mudeli järgneva adaptatsiooniga (Joonis 1.4). Eelkõige on Singapuri puhul eriliseks riigi väga suur mõju nii haridussüsteemile, kui ka tööstusele ning loomulikult ka tulevase arenguid võimaldavale infrastruktuurile. Haridus on tavaliselt oluliselt tehnoloogiale suunatum, kui teistes riikides ning akadeemiast olulisem on kutseharidus. See mõjutab lõpuks ka tudengite võimalusi (pigem kui algupärase joonises välja toodud eesmärgid). Kui tööstuses tänu riigi sekkumisele on tekkimas üha rohkem töökohti, siis sellest oleneb ka lõpetajate tulevane töökoha valik. Samuti on Singapuri puhul oluline mainida teadusparkide rolli. Konkurentsivõime, mis tänu neile saavutatakse, peegeldub tagasi ka tööjõu oskustes. Teaduspargid pakuvad nii teistest riikidest sisse ostetud teadlaste *know-how*d, kui ka vahendavad tööstusele vajaminevate spetsiifiliste teadmiste edasi kandmist.



Joonis 1.4. Allikas: Bradley ja Taylor (2006), autori täiendustega.

Taani

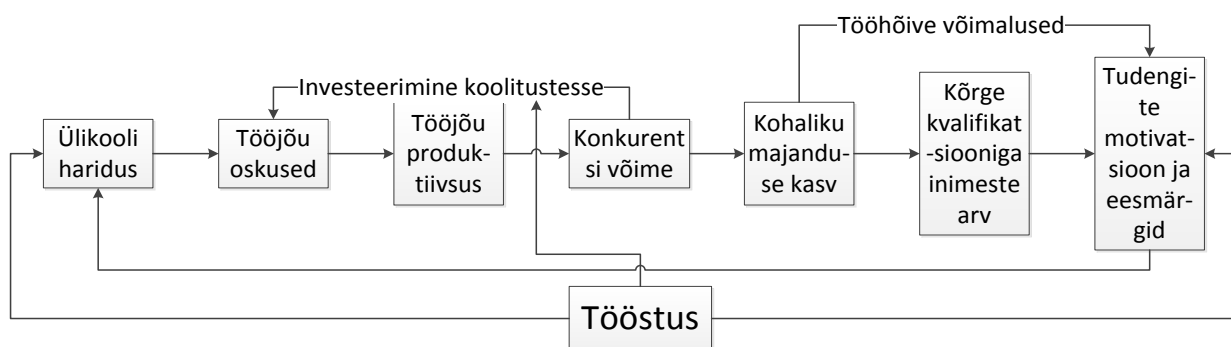
Taani majanduslik kasv ei ole küll võrreldav Singapuri omaga, jäädes eelmisel aastal kõigest 0,5% juurde, kuid samas on Taani töötuse protsent kõigest 5,8 mis on oluliselt väiksem kui Euroopa keskmine. Majandus põhineb valdavavalt inimavaral ja investeringud T&A tegevusse on ligi 3% SKPst (Global finance; Denmark Country Report 2012).

Esimene Taani biotehnoloogia ettevõtte oli aastal 1989 asutatud ravimiarendus ettevõtte NeuroSearch. Biotehnoloogia sektor on Taanis kasvanud eelkõige just viimaste aastate jooksul. Taani biotehnoloogial on kaks suuremat klastrit. Üheks on Aarhushi Ülikool, kus asub 13% biotehnoloogia ettevõtetest. Teiseks on Taani Medicon Valley, mis on Euroopa üks suurimaid farmaatsia ja biotehnoloogia klastreid (Medicon Valley fact sheet, 2013). Enamus Taani biotehnoloogia ettevõttest on alguse saanud kas ülikoolide *spin-offidest* või siis tööstuse *spin-offidest*. Ettevõtted tegelevad peamiselt ravimi arendusega ning vähemal määral genoomika ja proteoomikaga. Tavaliselt on tegu ettevõtetega mis ei tegele niivõrd *in-house* T&A tegevusega, vaid pigem pakuvad varajaste staadiumite ravimi arenduse teenuseid nagu näiteks valkude struktuuri määramine. Taani on riigiks, mis kiidab kõige kiiremini heaks kliinilised katsed ravimite arenduseks. Maailma suurim tööstuslik ettevõtte pärineb just Taanist ja on ensüüme tootev Novozymes. Ettevõttel on harud kolmekümnes riigis ja kokku üle 6000 töölise (Ernst and Young, Biotech in Denmark 2011).

Taani hinnati aastal 2012 Scientific American Worldview Scorecard uuringu põhjal teiseks parimaks riigiks biotehnoloogia innovatsiooni alal. Eraldi toodi välja intellektuaalse omandi kaitsmine, riikliku strateegia toetus biotehnoloogiale ja stabiilsus mis tekib valdavalt riigi püüdlusest hoida majandust ühtlase arengu tasemel ja T&A tegevuste toetamisest. Riigi toetuse alakategoorias skooris Taani teistest riikidest kõige kõrgemalt. Teised positiivsed biotehnoloogia näitajad on kulutused T&A tegevusele ja patentide arvukus.

Taani riik on üritanud soodustada inimvara arengut erinevatel viisidel. Näiteks on sisse seatud eriline maksusüsteem välisriikidest tulevatele teaduritele ja ettevõtetele uusi ja puuduolevaid teadmisi toovatele töötajatele. Kui tavaline maks on Taanis 63%, siis võtmetöötajatele võimaldatakse maksusoodustust mille alusel võivad nad kolme aasta jooksul maksta kõigest 25% (Okamoto, 2010). Taani tööjõud on erakordselt mobiilne, liigutakse nii ettevõtete kui ka ülikooli ja tööstuse vahel. Üheks põhjuseks sellele võib olla ülikoolide strateegia mis soodustab koostööd tööstusega juba õppimise ajal. Tihti tehakse ülikooli hariduse praktiline osa ettevõtete juures ning doktorikraad omandatakse just ettevõtetes tehtud töö põhjal. Samuti pannakse ülikoolides rõhku interdistsiplinaarsetele projektidele ja meeskonnatööle, mis võimaldab sotsiaalsete

Taani biotehnoloogia sektorit võib iseloomustada kui tugeva riikliku toetusega tööstusharu kus ülikoolide poolt pakutav haridus on väga suuresti seotud olemasoleva tööstuse vajadustega. Põhinedes eelnevalt tutvustatud Bradley ja Taylor (2006) mudelile võib Taanit iseloomustada mudeli järgneva adaptatsiooniga (Joonis 1.5). Taani eripärana võib välja tuua tihedat ülikoolide interaktsiooni tööstusega. Ülikooli haridus on tugevalt mõjutatud tööstuse vajadustest. Tudengitel tekib juba esimeste ülikoolis veedetud aastate jooksul ülevaade tööstuse poolt pakutavatest võimalustest ja seega on tudengite motivatsioon tugevalt põhjustatud tööstuse poolt. Samuti panustavad biotehnoloogia ettevõtted koolitusesse, selleks, et anda oma tulevastele töötajatele spetsiifilisi teadmisi (nt sertifikaadi koolitused), mis võivad jääda ülikooli poolt pakutavate võimaluste piiridest välja.

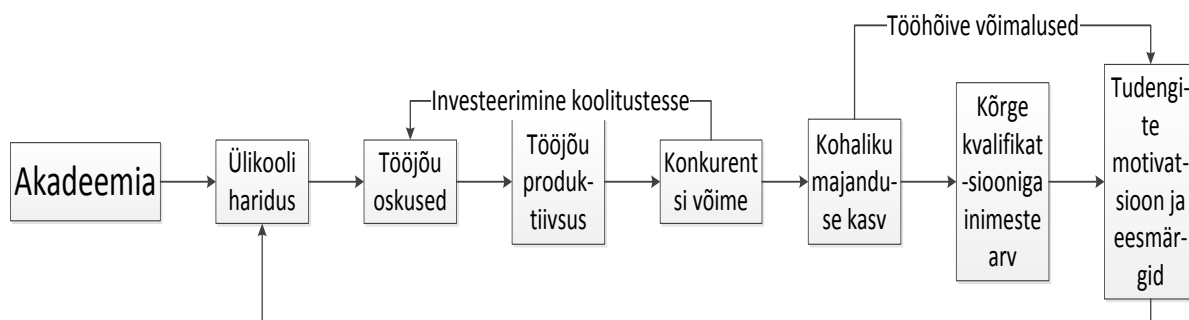


Report (2011) andmetel on üheks nõrgimaks lüliks patentide esitamise arvukus. Arvestades tugevat akadeemilist tausta ja publikatsioonide arvukust võib patentide vähesus peegeldada pikka ideede turuletoomise aega.

Hiljutine Forfas ja Enterprise Ireland (2011) uuring näitas, et biotehnoloogia sektoris on tekkimas suurel kiirusel uusi töökohti. Siinkohal tuleb välja Iirimaa nõrkus, mis seisneb pigem teadusliku ülikooli hariduse, kui tööstuses vajaminevate teadmiste pakkumises. See tekitab omakorda olukorra kus mitte ainult uute töökohtade loomine muutub problemaatiliseks, vaid ka olemasolevad ettevõtted mis ei saa T&A tegevusega edukalt tegeleda ja seeläbi peavad juba olemasolevaid töökohti vähendama (The Supply and Demand for Skills ... 2011).

Iirimaa biotehnoloogia sektorit iseloomustab kõige paremini suur potentsiaal, kuid probleemiks on tehnoloogia arenguks vajamineva tööjõu puudumine ja tööjõu oskuste mittevastavus biotehnoloogia sektori vajadustele. Põhinedes eelnevalt tutvustatud Bradley ja Taylor (2006) mudelile võib Iirimaad iseloomustada mudeli järgneva adaptatsiooniga (Joonis 1.6).

Iirimaad iseloomustab kõige paremini akadeemia mõju nii haridussüsteemile, kui ka sellega seondult tööjõu oskustele ja kõikidele järgnevatele etappidele mudelis. Iirimaad võiks iseloomustada teaduse-tõuke mudeliga, kuid samas on Iirimaal patentide ja publikatsioonide vahel tasakaal. Ehk siis vaatamata akadeemia poolsetele mõjutustele on ettevõtlus (valdavalt küll põhinedes rahvusvahelistele ettevõtetele) siiski T&A osas piisavalt aktiivne. Kui Singapuri ja Taani puhul sai rääkida tööjõu oskuste arengu mõjutajatest, siis Iirimaal on eelkõige tänu pikale akadeemilisele traditsioonile tööjõu koolitamine eelkõige ülikoolide otsustada.



Joonis 1.6. Allikas: Bradley ja Taylor (2006), autori täiendustega.

Andes üldise ülevaate riiklikust innovatsioonisüsteemist ja võrreldes kolme riiki võib näha erinevusi mis tulevad süsteemi osade erinevast rõhuasetusest. Kolm riiki said valitud kui kõige erinevamad näited riikliku innovatsioonisüsteemi toimimisest. Kui Singapuris on valdavalt riik või siis ka valitsus see, mis dikteerib biotehnoloogia sektori arengu, siis Taanis on see hoopiski pikkade traditsioonidega tööstus. Irimaal aga nagu ka Eestis on valdavaks innovatsioonisüsteemi vedajaks hoopiski ülikoolid mis toodavad akadeemilise mõtlemisega lõpetajaid kes peavad hiljem sobituma tööturu vajadustega. Kuna valitud on nii Eestile sarnaseid kui ka äärmiselt erinevaid riike on huvitav neid võrreldes leida parimaid strateegiaid biotehnoloogia sektori arenguks.

2. EMPIIRILINE UURING INIMVARAST EESTI BIOTEHNOLOOGIA SEKTORIS

2.1 Ülevaade Eesti biotehnoloogia ettevõtlusest ja kõrgharidusest

Selleks, et analüüsida empiirilise töö tulemusi on kõigepealt vajalik ülevaade Eesti biotehnoloogia sektorist. Antud peatükk kirjeldab biotehnoloogiat nii Eesti ettevõtluse, kui ka ülikoolide aspektist ja üritab leida sidepunkte innovatsioonisüsteemidega. Eraldi on välja toodud eelnevate uuringute poolt täheldatud kitsaskohad antud sektoris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) üldise definitsiooni kohaselt mõeldakse biotehnoloogia all „erinevates valdkondades teaduse ja tehnoloogiate rakendamist elusatele organismidele nagu ka nende osadele, produktidele ja mudelitele, et muuta elus- või elutu materjal teadmuseks, toodeteks või teenusteks“ (OECD 2009).

Tänu kolm-neli aastakümnet tagasi tehtud investeeringutele biotehnoloogiasse on Eestis suhteliselt suur hulk loodusteaduste taustaga tööjõudu. Kuigi sektor on jätkuvalt inkubatsioonifaasis, annab see hea põhja kiireks ja tõhusaks arenguks. Eesti biotehnoloogia sektoris on esindatud kõik aspektid, alates alusuuringutest, kuni nende teadmiste kommertsialiseerimiseni. Mainitud aspektid annavad ideaalse võimaluse kasutada just seda sektorit uurimaks innovatsiooni arengut Eestis. Sektoril on nii puudused kui ka tugevused. Peamisteks puudusteks võib lugeda vähest rahastust ja puudulikku teadmisesiiret. Tugevuseks võib pidada hea akadeemilise võrgustiku omamist. Samuti on biotehnoloogia koos info-, kommunikatsiooni- ning materjalitehnoloogiaga seotud strateegiaga „Teadmistepõhine Eesti 2007–2013“. Kõik see on tingitud tõsiasiast, et riigi jaoks on need prioriteetseteks teadus- ja arendustegevuse valdkonnaks, ehk võtmevaldkonnaks (Eesti Biotehnoloogia Strateegia

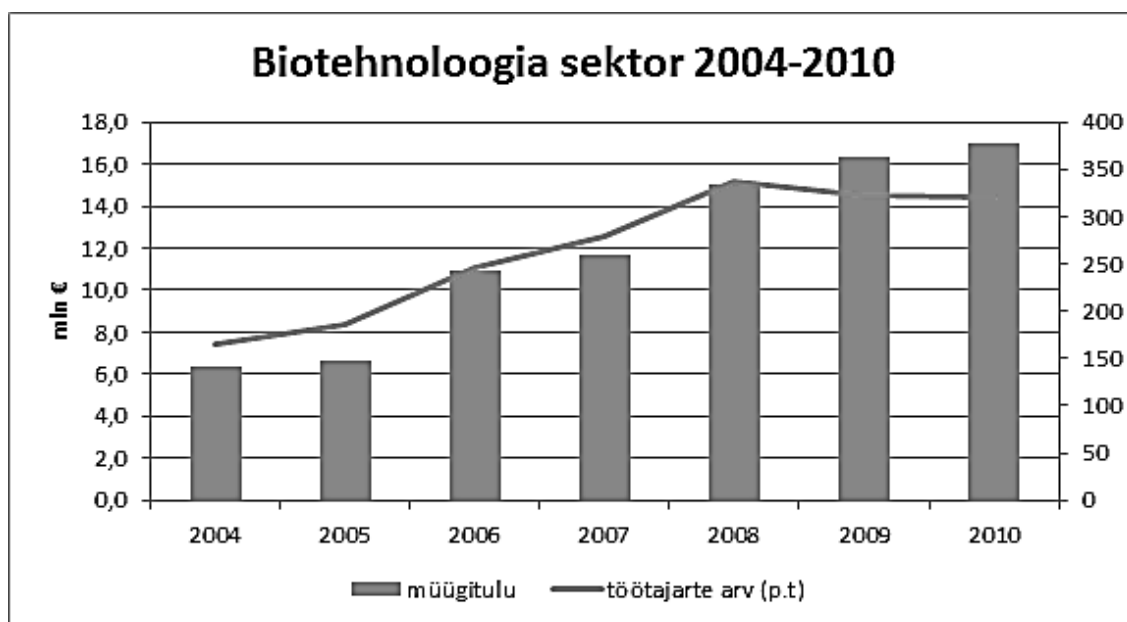
2008-2013). Üldiselt on biotehnoloogia kõige kiiremini arenev tööstusharu maailmas. Aastal 2005 oli üle kogu maailma antud sektoris tegutsevas 4100 ettevõttes palgal üle viie miljoni inimese ja iga-aastaseks käibe kasvuks hinnati ligikaudu 15%. Biotehnoloogia lipulaevaks on alati olnud farmaatsiatööstus, mis on olnud biotehnoloogia kõige kiiremini arenevaks sektoriks ja mis on ühiskonna vananedes muutumas üha olulisemaks (Ernst & Young, 2005).

Eesti Biotehnoloogia Strateegia 2008-2013 ja Biotechnology in Estonia: Overview, Companies & Research (2007) raporti alusel oli aastal 2007 55 ettevõtet, mis tegutsesid biotehnoloogia vallas ja 30 ettevõtet mis tegeles vähemalt osaliselt T&A tegevusega ning neis ettevõtetes töötas 410 töötajat. Samas vaadates Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi (MKM) andmeid kus Tehnoloogia arenduskeskused (TAKid) on jäätud välja (joonis 2.1) oli 2007 aastal tööl kõigest 280 inimest. MKM andmete kohaselt, mis hõlmavad ka TAKE tõuseb see number 339ni, mis on siiski madalam Eesti Biotehnoloogia Strateegia 2008-2013 poolt välja pakutust. Erinevus võib tulla sellest, milliseid ettevõtteid täpselt peetakse biotehnoloogia ettevõtteks ja milliseid mitte. Kahjuks ei paku Eesti Biotehnoloogia Strateegia 2008-2013 omapoolset biotehnoloogia ettevõtte definitsiooni.

MKM andmete kohaselt oli aastal 2010 Eestis 40 biotehnoloogia ettevõtet, kus töötas 320 inimest ja sektori müügitulu oli ligi 17 miljonit eurot. Samas, kui lisada ka 4 TAKi, oli ettevõtete arvuks 44, töötajate arvuks 463 ja müügituluks ligi 19 miljonit eurot. Kui keskmises ettevõttes töötab 8 inimest, siis TAKis töötab keskmiselt ligi 36 inimest. Samuti on TAKide üldeesmärgiks ettevõtjate rahvusvahelise konkurentsivõime tõstmine ning ettevõtjate ja teadusasutuste vahelise koostöö tugevdamine, ning mitte äriline tegevus. Neid põhjusi arvesse võttes ei ole alljärgnevalt kaasatud TAKE analüüsi.

Üheks väga oluliseks puudujäägiks Eesti biotehnoloogia sektoris on vähene arv analüüse, mis aitaksid paremini kaardistada sektori arengut. Aastal 2008 valmis Eesti Biotehnoloogia Liidu poolt aruanne "Eesti Biotehnoloogia Strateegia 2008 – 2013", mille lõppeesmärk on olla sisendiks Eesti biotehnoloogia programmile, mis on osa Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia „Teadmistepõhine Eesti 2007–2013” rakendusplaanist. Eelnevalt on põhjaliku raporti teinud Fraunhoferi Süsteemide ja Innovatsiooniuringute Instituut (Institute for Systems and Innovation Research),

kuid see uuring põhineb aasta 2002 andmetel ja võib olla osaliselt aegunud. Paraku ei ole peale 2008. aastat ilmunud analüüsi teisi põhjalikke uuringuid biotehnoloogia sektorist tehtud ja ainsad andmed Eesti biotehnoloogiast on Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi majandusanalüüsi talituse statistika põhised.



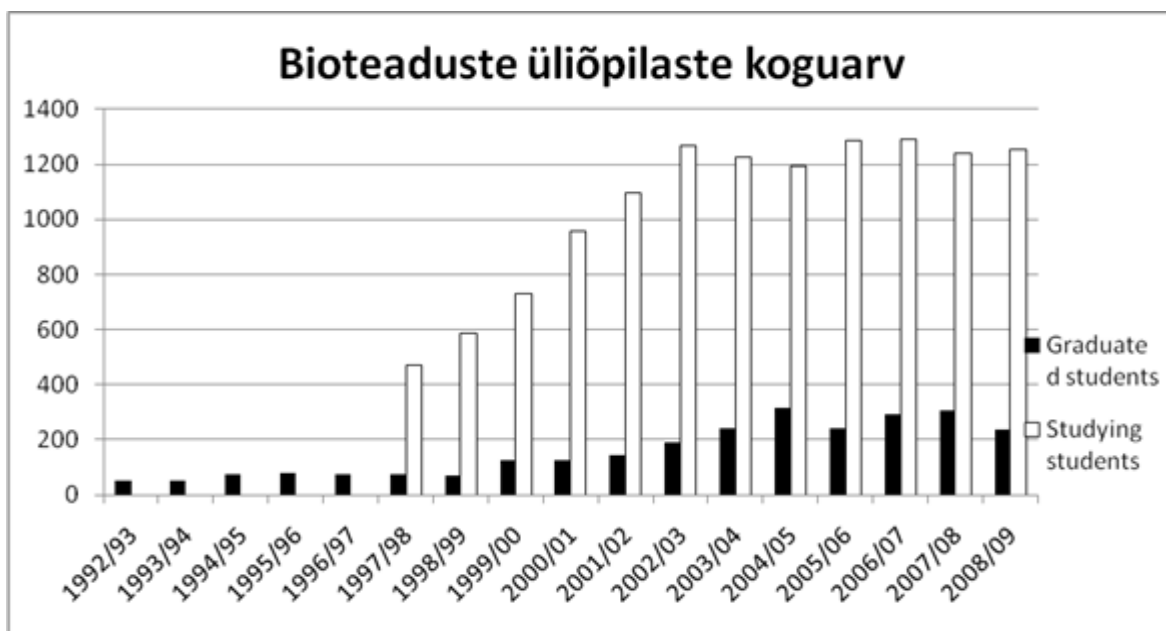
Joonis 2.1. Biotehnoloogia sektori ülevaade Eesti majanduse tegevusalade klassifikaatori (EMTAK) alusel. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi (MKM) andmete põhjal.

Spinno programm, perioodil 2001-2003, oli esimeseks suuremaks biotehnoloogiale suunatud tegevuseks Eestis ning see pani aluse, teadmiste ja intellektuaalomandi kommersialiseerimiseks vajalikule keskkonnale, tugistruktuuride ning regulatsioonide väljaarendamisele. 2004. aastal alustati järgmise programmiga- BioSPINNO 2, mis on koostöö projekt eesmärgiga suurendada teadmiste siiret teadus- ja arendusasutustest ettevõtlusesse biotehnoloogia valdkonnas (Eesti Biotehnoloogia Liit). Koostöös Tartu Ülikooli, Eesti Maaülikooli ja Tallinna Tehnikaülikooli, mitmete riigiettevõtete ning välismaa ülikoolidega, loodi 2005. aastal biomeditsiini ja biotehnoloogia alane doktorikool, mis keskendub just biotehnoloogia alastele koostööprojektidele. Järgmiseks suuremaks sündmuseks Eesti bioetnoloogias oli Eesti Geenivaramu rajamine aastal 2007 ja Eesti Biotehnoloogia Strateegia valmimine aastal 2008. Teadmistepõhine Eesti 2007–2013 ja selle raames ka Eesti Biotehnoloogia Programm

lõpevad järgmisel aastal. Sellega seoses on sellel aastal oodata uute programmide loomist (Biotechnology in Estonia: Overview, Companies & Research, 2008).

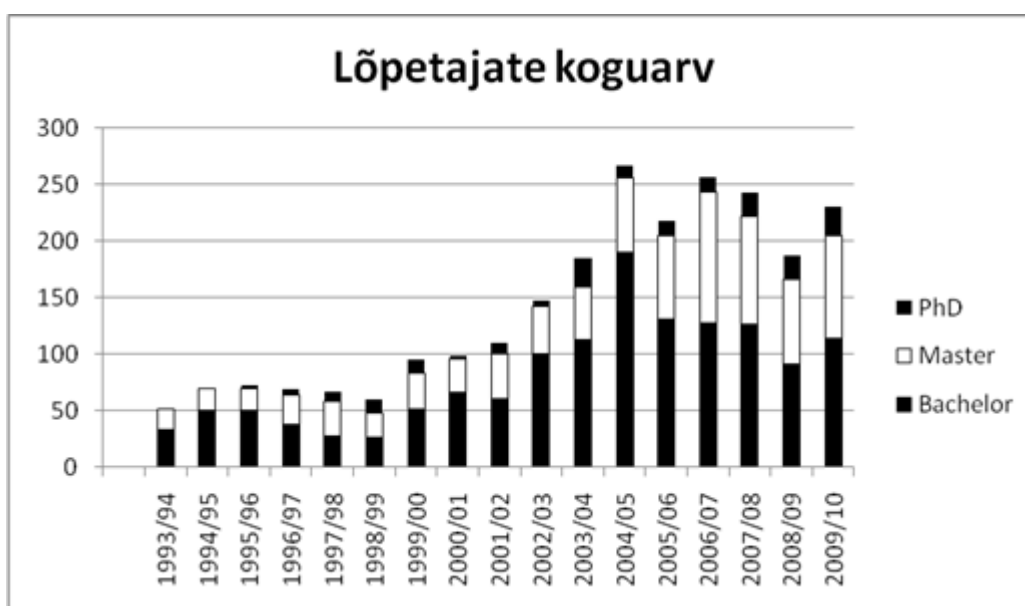
Eestis on kaks peamist keskust, kus tegeletakse biotehnoloogiaga, üks neist Tallinnas ja teine Tartus. Tallinnas on enamik ettevõtteid seotud kas Tallinna Tehnikaülikooliga või siis muude instituutidega, nagu näiteks Tervisearengu Instituut, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut ning Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituut. Tartus on peamisteks Tartu Ülikool, Eesti biokeskus ja Maaülikool. Huvitav on märkida, et kui valdav enamus uusi ettevõtteid on Tallinnas, siis varasemalt alguse saanud ettevõtted, millel on ka suurem rahvusvaheline mõju, asuvad jätkuvalt Tartus. Samal ajal on viimaste aastate jooksul tulnud juurde ettevõtteid väljaspool kahte keskust. Uusi ettevõtteid, mis seonduvad biotehnoloogiaga on asutatud näiteks Pärnusse, Räpinasse, Põlvasse ja Haapsallu (Biotechnology in Estonia: Overview, Companies & Research, 2008).

Eestis on 8 teadusasutust, kus õpib eluteaduseid 4000 üliõpilast, kellest igal aastal lõpetab ligikaudu 700 ning neist 300 magistri või doktoriõppes. Joonis 2.2 annab ülevaate kuidas on bioteaduste üliõpilaste arv 1992-2009 muutunud.



Joonis 2.2 Bioteaduste üliõpilaste koguarv ja lõpetanud üliõpilaste arv. Andmed põhinevad: 1993/1994 - 2004/2005 ESA; 2005/2006-2009/2010 EHIS.

Loodus- ja täppisteaduste üliõpilaste riiklik tellimus on püsinud aastate 2002-2006 lõikes samas suurusjärgus (Eesti biotehnoloogia strateegia 2008-2013). Loodus- ja täppisteadused jagunevad omakorda bioteadusteks, matemaatikaks ja statistikaks, füüsilisteks loodusteadusteks ja arvutiteadusteks. Bioteadused jagunevad omakorda bioloogiaks ja biokeemiaks ning eraldi veel keskkonnateadusteks. Joonis 2.3 annab ülevaate sellest, kuidas läbi aja on muutunud bakalaureuse-, magistri- ja doktorikraadi kaitsjate arv aastatel 1993 kuni 2010 bioloogia ja biokeemia erialadel.



Joonis 2.3. Bakalaureuse-, magistri- ja doktorikraadi lõpetajate koguarv bioloogias ja biokeemias aastate läbilõikes. Põhineb: 1992/1993 - 2003/2004 ESA; 2004/2005-2008/2009 EHIS.

Joonise põhjal selgub, et üldiseks trendiks on see, et suur osa bakalaureuse lõpetajaid siiski ei lähe edasi magistriastmesse. Samas, edasi õppijate osakaal on aastate lõikes olnud väga erinev. Kui bakalaureuse taseme õppeained on pigem teoreetilised ja annavad baasteadmisi, siis magistri taset nähakse valdavalt kui ettevalmistust doktoritasemel õppima asumiseks. Kui võrrelda aastaid 1999 ja 2010 siis bakalaureuse õppesse astujate vahe on nende aastate jooksul suurenenud kaheksa korda. Samal ajal doktori õppesse astujate arv on tõusnud kõigest kaks korda. Kui bakalaureuse õppe lõpetajate arv ja magistriõppesse sisseastujate arvu vahel tundub olevat kausaalne suhe,

siis doktoriõppesse sisse astujate arv ei tundu olenevat magistri lõpetanute arvust sõltuv ja see on pigem konstantselt läbi aastate kasvav (Joonis 2.3). Kui aastal 2001 võeti vastu rohkem üliõpilasi doktoriõppesse, kui oli magistrikraadiga lõpetajaid (vastavalt 33 ja 30 inimest), siis peale seda on erinevus magistrikraadi lõpetate ja doktoriastmesse sisseastujate vahel üha suurenenud. Aastal 2008 läksid kõigest 36% magistrikraadi lõpetajatest edasi doktorikraadi saama (75 ja 27 inimest, vastavalt). Antud trend võib kujuneda probleemiks Eesti majanduse arengus ja ei ole kindlasti vastavuses Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsioonistrateegia eesmärkidega. Tihti takistavad doktorikraadi poole pürgimist majanduslikud põhjused. Fraunhoferi raporti alusel (2003) eelistavad parimad üliõpilased doktorandi positsiooni välismaal või lähevad tööle müügiesindajateks ja seega lõpetavad suhte teadusega. Kui bakalaureuse- ja magistriõpingute kõrvalt on võimalik omada muud sissetulekut, osalise tööajaga töökoha näol, siis doktorikraadi õpingute puhul eeldatakse suuremat panust ülikooliga seotud tööle ja seega paneb see tihti teravama valiku ette kui eelnevate õppeastmete puhul. Joonis 2.3 näitab väga selgelt kui väike osa kõikidest lõpetajatest on tegelikult doktorandid. Haridus- ja Teadusministeeriumi analüüside põhjal on Eestis hetkel puudus nii inimestest, kellel oleks doktorikraad, kui ka üldiselt teadlastest ja inseneridest (Uusna, 2006). Aastal 2009 sai doktori kraadi 161 inimest. Kuigi doktorikraadi saajate arv on läbi aastate tõusnud ei ole see tõus olnud piisavalt suur. Hetkel on Haridus- ja Teadusministeeriumi poolt eesmärgiks seatud 300 doktorikraadi lõpetajat aastaks 2013, mis on vajalik teaduse ja hariduse jätkusuutlikkuseks. Selleks, et täita Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsioonistrateegia seatud eesmärgid peaks Eestis olema aastaks 2013 iga 1000 töötaja kohta 8 täistöökohaga teadlast või inseneri. Selleks, et jõuda selle numbrini peaks olema nii viimaste aastate kui ka tulevaste aastate teadlaste ja inseneride juurdekasv 6% aastas. Enamik doktorikraadidest on just loodus- ja täppisteaduste valdkonnast (34% aastal 2009). Kui bakalaureuse- kui ka magistriastmes on ca 50 üliõpilast (seega kokku 100), siis doktorante on ligi 26, kes iga aasta liituvad tööturuga, mis on Eesti biotehnoloogia sektori suurust arvestades väga suureks arvuks. Tartu Ülikooli vilistlasuuringu tulemuste põhjal võib öelda, et tööturuga liitumine on suhteliselt hõlbustatud protsess. Inimesed, kes lõpetasid kas bakalaureuse- või siis magistritaseme õppe bioteadustes aastal 2006 olid juba poole aasta möödudes tööl biotehnoloogia sektoris (Tabel 2.1, Tamm, Vaade 2006).

Tabel 2.1. 61 bioteaduste lõpetaja tööala pool aastat peale lõpetamist.

Töövaldkond	%vastanutest
Tervis ja sotsiaaltoetamine	11
Haridus	10
Teadus ja arendus	36
Ühiskonna, sotsiaal-ja isikuteenused	10
Avalik haldus ja riigikaitse	2
Muu	31

Autor: Tamm, Vaade (2006).

Biotehnoloogia sektoris on äärmiselt kõrge teadus- ja arendustegevuse (T&A) osakaal haru lisandväärtuses. Antud sektoris kulutati 18% netokäibest, mis ületab innovatiivsuse intensiivsuse poolest Eesti keskmist näitajat enam kui seitsmekordselt (Eesti Tuleviku-uuringute Instituut, 2006). Lisandväärtuste võrdluses on biotehnoloogia kui kõrgtehnoloogiline sektor teistest sektoritest tugevalt ees. Lisandväärtus on kõrgem, sest läbi T&A tegevuse investeerivad ettevõtted rohkem mitte-materiaalsesse põhivarasse, nagu seda on näiteks patendid, litsentsid ja koolitused, mis viib paratamatult keskmisest kõrgemate amortisatsiooni kuludeni (Eesti Biotehnoloogia Strateegia 2008-2013).

Enamike innovatsioonipoliitikate alusel on Eestit jätkuvalt iseloomustanud ühega lineaarsetes mudelitest (The Estonian Research & Development Strategy 2007-2013; „Knowledge-based Estonia“; Kõörna, Koljajeva 2000). Kuigi “turu tõmbe” mudel on edasiarendus varasematest mudelitest, ei võta ta siiski piisavalt arvesse erinevate innovatsiooniprotsessidest osavõtivate osapoolte funktsioone, ega nende omavahelisi interaktsioone (Mets, 2006). Biotehnoloogia sektori innovatsiooni süsteem hõlmab nii turu tõmmet kui ka turu poolt seatud piire, teadmust ja tehnoloogiat, erinevaid institutsioone, mis teevad sellest mittelineaarse protsessi ja samuti ka erinevaid võrgustikke (Nightingale, Martin, 2004). Mitmed mudeleid on kasutatud biotehnoloogia kirjeldamiseks, kaasa arvatud interaktiivseid ja ühenduslülid mudeleid (Rothwell 2002; Trott 1998). Mets (2006) mudel võtab arvesse nii biotehnoloogia, kui ka Eesti

omapärased. Antud mudeli peamiseks omapäraks on vastastikune tagasihaare nii erinevate protsesside (nagu näiteks alusuuringud, disain ja arendus ja turundus) ja protsesside ning keskkonna vahel. Keskkonna faktoriteks loetakse antud mudeli raames ühiskonna ja turu vajadusi ning tehnoloogia ja produktsiooni võimalusi. Eesti biotehnoloogia sektori üheks eripäraks on see, et side ülikoolide ja ettevõtluse vahel on erakordselt tugev. Ühe põhjusena võib siinkohal välja tuua Eesti (geograafilise) väiksuse ja ülikoolis ning ettevõtluses tegutsevate teadlaste kattuvuse. Nii Fraunhofer (2003) kui Eesti Biotehnoloogia Strateegia 2008-2013 raport toovad välja Eesti biotehnoloogia ühe suurima probleemina antud sektori väiksuse. Kuigi väiksus on seotud paindlikkusega ning just läbi paindlikkuse on võimalik reageerida kiiremini väljaspool Eestit tulevatele signaalidele, on suurusega seotud piiratud ressursid omakorda väga tugevaks takistuseks. Kuna biotehnoloogia turgu praktiliselt Eestis ei eksisteeri, on ettevõtete arengu jaoks oluline laieneda võimalikult kiiresti välisturgudele. Olles piiratud oma suuruse poolest, mis peegeldub ka töömahus, on enamik Eesti ettevõtteid leidnud endale kitsa nišši. Nii teenust pakkuvad ettevõtted, kui ka midagi tootvad ettevõtted suudavad täide viia vaid suhteliselt väikseid tellimusi. Antud spetsialiseerumine välistab koostöö võimaluse, kuid samal ajal tähendab, et koduturul ei ole ettevõtete vahel konkurentsi. Kuigi ühelt poolt on ettevõtete puhul näha tugevat spetsialiseerumist, on nad siiski väga tugevalt klasterdunud (ibid).

Tavaliselt on ettevõtete juhtideks inimesed, kes on tugevalt seotud ülikoolis tehtavate alusuuringutega ning on tihtipeale ettevõtetes tehtav T&A töö kaudu seotud ülikoolis läbiviidavate uuringutega. Eriti väikeses riigis nagu Eesti on inimestevahelised suhted väga oluliseks aspektiks, mis seob ülikoolides tehtavat baasteadust ja ettevõtetes arendatavaid projekte. Samuti on osad ettevõtted seotud näiteks selle kaudu, et samad inimesed on erinevate ettevõtete teadusnõukogus. Mõneti on mõistetav, et trend, kus ettevõtted kasutavad alusuuringud, mis on tehtud ülikoolides selleks, et anda sisend oma tootearenduses, on väga levinud (Kask, 2005).

Järgnevalt on võrreldud eelnevalt kirjeldatud nelja erinevat raportit (Eesti Biotehnoloogia Programm (2009), Fraunhofer ISI report (2003), The Bases of Biotechnology Strategy in Estonia ja Eesti Biotehnoloogia Strateegia 2008- 2013). Välja on toodud need sektoreid piiravad asjaolud, mis on enamike raportite (vähemalt

kolme) kohaselt relevantseid. Piirangud on jaotatud kaheks, üldised piirangud ja inimvaraga seotud piirangud.

Üldised piirangud:

- Madalad investeeringud sektoris;
- Madal teaduse ja ettevõtluse rahvusvahelistumine;
- Pikaajalise visiooni puudumine;
- Puudulikud vahendid riigi poolt selleks, et muuta doktornatuur ja järel-doktorantuur atraktiivseks ka välismaalt tulijatele;
- Puudulik koostöö ettevõtete vahel ja ka ettevõtete ja ülikoolide vahel;
- Tehnoloogia siirde meetmed on ebaefektiivsed;
- Tuumiklaborite puudus;
- T&A asutustel ei ole ülevaadet pakutavatest tugistruktuuridest;
- Puudulik koostöö T&A asutuste ja tööstuse vahel;
- Teadusteamade fragmentatsioon (staar-teadlaste põhine teadus).

Inimvaraga seotud piirangud:

- Olemasolev tööjõud ei vasta sektori vajadustele;
- Puudulikud teadmised intellektuaalsest varast;
- Liiga vähe spetsialiste;
- Ärikogemustega inimeste puudus;
- Turunduskogemustega inimeste puudus;
- Puudus inimestest kellel oleks kogemusi nii teaduses kui ärijuhtimises;
- Juhtidel puuduvad äriiga seonduvad oskused (ettevõtteid juhivad teadlased);

- Rahvusvahelise kogemusega töötajate puudus;
- Kvalifitseeritud akadeemilise personali puudus, sealhulgas puudus professoritest;
- Puudus T&A kompetentsist ettevõtete siseselt;
- Meditsiini taustaga inimeste puudulik teadmine kaasaegsest biotehnoloogiast;
- Puudus kutseharidusega tehnikutest.

2.2 Empiirilise uuringu meetod, uurimisprotseduur ja valim

Antud uurimistöö empiirilises osas analüüsitakse Eesti biotehnoloogia sektoris aset leidvat ülikoolide ja tööstuse vahelist suhet, mis peegeldub teadmuse ja inimvara loomes ning tööjõu sihtpärases kasutamises. Selleks, et anda ülevaadet antud seosest viidi läbi uurimus Eesti biotehnoloogia ettevõtete seas ja intervjuud biotehnoloogia, ülikooli ja riigi antud teema ekspertidega. Ettevõttele saadetud küsimustikud andsid informatsiooni inimvara hetkeolukorra, probleemide ja tulevikuväljavaadete kohta biotehnoloogia sektoris. Selleks, et küsimustiku tulemusi võimalikult hästi interpreteerida, viidi läbi poolstruktureeritud intervjuud ettevõtete juhtidega, riigipoolsete esindajatega ja ülikooli juhtkonda kuuluvate inimestega. Antud uurimus annab juurde väärtusliku teavet olemasolevale informatsioonile Eesti biotehnoloogia kohta ning selgitab paremini tööstuse ja ülikoolide omavahelise kommunikatsiooni kitsaskohti. Peamiseks töö tulemiks on järeldused ja nende põhjal tehtud soovitused, mis peaksid aitama kaasa Eesti inimvara arengule ning sihtpärasele kasutamisele Eesti biotehnoloogia sektoris. Järgnev alapeatükk annab ülevaate uurimuse meetoditest ja valimist.

Meetodid ja küsimustiku valim

Paraku ei paku Eesti Äriregister võimalust biotehnoloogia ettevõtete adekvaatset kvantifitseerimist, mille tõttu on erinevalt eelnevatest uuringutest lähtunud Eesti

Biotehnoloogia Liidu liikmete nimekirjast. Antud töö valmides olid Liidu liikmeteks 31 asutust, mille seas oli ka 3 kompetentsikeskust, 2 sihtasutust, Tallinna Tehnikaülikool ning sellega seotud Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut, Tartu Biotehnoloogiapark ja Tartu Biotehnoloogia Park Innovatsioonikeskus OÜ, Tartu Ülikooli Molekulaar- ja Rakubioloogia Instituut ning vähemasti viis ettevõtet mis ei ole kvalifitseeritud kui biotehnoloogia ettevõtted, võttes arvesse biotehnoloogia kitsamat definitsiooni. Raporti “Biotechnology in Estonia: Overview, Companies & Research“ (2008) kohaselt on Eestis üle 50 biotehnoloogia ettevõtte, kus töötab 410 töötajat. Antud raport võtab arvesse ülikoole ja sihtasutusi. Fraunhoferi 2003 aasta raporti kohaselt oli Eestis 24 biotehnoloogia ettevõtet. Antud erinevus võib välja tulla erinevast biotehnoloogia definitsioonist. Kasutades Ernst & Young kitsast definitsiooni elusteaduse ettevõtete kohta (Entrepreneurial Life Sciences Companies, ELISCO), on Eestis kõigest 11 vastavat ettevõtet. Antud definitsiooni kohaselt tuumik ELISCO ettevõtted on väiksed või keskmised ettevõtted, kus on alla 500 töötaja ja kus on biotehnoloogia komertsialiseerimine peamine eesmärk ning mille teadustöö ja innovatiivsuse edusamme on võimalik hinnata patentide arvukusega. Eesti biotehnoloogia ettevõtteid on siiski suhteliselt vähe ning enamik ei kuulu tuumik ELISCO definitsiooni alla, on siinkohal kasutatud vähem ranget definitsiooni. Antud uurimistöö valim koosnes 30st ettevõttest, millest lõplikku valimisse jäi 14 ettevõtet (vastanute protsendiks oli 46,7). Lõplik valim moodustus nendest ettevõtetest, millega oli võimalik kontakteeruda. Lõplikust valimist kuus võib klassifitseerida tuumik elusteaduse ettevõteteks. Nagu eelnevalt öeldud on valimi aluseks olnud Eesti Biotehnoloogia Liidu liikmete nimekiri. Ettevõtete andmeid on samuti kontrollitud Eesti Biotehnoloogia strateegia (2008-2013) põhjal. Lisa 1 annab ülevaate uuringu lõplikust valimist, mis koosnes 14 ettevõttest ja seal töötavatest 149 inimesest.

Kuigi valimis on kõigest 14 ettevõtet on see siiski esinduslik, sest see koosneb pea pooltest Eesti biotehnoloogia ettevõtetest ning enamikest tuum ELISCO ettevõtetest (kõigest 3 tuum ELISCO ettevõtet ei ole osa lõplikust valimist). Esindatud on erineva suuruse ja ärimudelitega ettevõtteid, tehes valimi väga mitmekülgselt ning andes hea ülevaate tervest sektorist. Ravimiarendus ja ravimite tootmise ettevõtted ei kuulunud valimisse, kuna nad erinevad keskmisest Eesti biotehnoloogia ettevõttest liiga suures ulatuses, nii oma töötajate arvu, kui ka organisatsiooni struktuuri ning äristrateegia

poolest. Tehnoloogia arenduskeskused ja ülikoolidega seotud uuriisasutused ei ole osaks valimist, sest ka neis toimub teaduse kommertsialiseerumine ei ole nende põhiliseks eesmärgiks.

Küsimustiku koostamisel kasutati veebipõhist tarkavara Thesistools. Tegu on keskkonnaga, mis lubab koostada küsimustikke, neid läbi viia ja saada nende tulemusi. Küsimustik viidi läbi Internetis, kuna see annab võimaluse kiireks ligipääsuks nii selle täitjale ja kui tulemustele. Küsimustele vastati ajaperioodil detsember 2010 kuni jaanuar 2011. Enamik küsimustiku täitjatest olid ettevõtete tegevjuhid (kuus ettevõtet 14st), või juhatuse liikmed (neli ettevõtet 14st). Teistel puhkudel oli tegu muude juhtkonna liikmega ning seega oli neil kõigil hea ülevaade oma ettevõtte inimvarast ja samas esindasid kõik juhtkonna vaatepunkti oma ettevõttest.

Küsimustik oli jagatud neljaks suuremaks osaks. Esimene osa andis üldise ülevaate ettevõttest. Teine osa keskendus ettevõtte vajadustele ning kui kolmas osa kattis ette tulevaid piiranguid optimaalsemate töötajate otsinguil. Viimase küsimustiku osa tegeles oskustega ja iseloomu omadustega mida küsimustikule vastanud ettevõtted oma töötajates oluliseks pidasid.

Küsimustik hõlmas nii küsimusi, kus paluti hinnata mingit väidet, kui ka küsimusi kus paluti sisestada andmed antud ettevõtte kohta. Esimeste puhul oli segaduse vältimiseks antud kõigest neli vastuse varianti. Küsimused mis põhinesid teadus-aladel eeldasid vastuseid ainult kõrgharidusega töötajate kohta. Enamikul küsimustel oli antud avatud vastuse võimalus. Avatud vastust võidi kasutada näiteks siis, kui töötajate haridust või eriala ei saanud klassifitseerida eelnevalt väljapakutud võimalustega.

Küsimustikus kasutatud elukutsete klassifikatsioonid põhinesid rahvusvahelisele elukutsete klassifikatsiooni standardile (International Standard Classification of Occupations, ISCO) ning teaduse ja tehnoloogia alade klassifikatsioon põhines Frascati manuaalile (2002). Kasutati kuut erinevat teadusalade kategooriat. Eluteadused jagati omakorda veel kaheksaks alakategooriaks.

Antud uuringu piiranguteks võib pidada seda, et vastanute arv jäi alla 50%. Kuna lõplikus valimis oli kõigest 14 ettevõtet polnud see piisav, et läbi viia ulatuslikku statistilist analüüsi. Samas tuleb mainida, et tegu on esindusliku valimiga ning

vaatamata väiksele arvule annab antud valim siiski hea ülevaate Eesti biotehnoloogia sektorist. Küsimustik annab paraku võimaluse mõningaks väärtõlgenduseks. Kuigi klassifikatsioonideks kasutati standardeid, on siiski võimalik erinevatest küsimustest ette antud võimalikest vastetest erinevalt aru saada. Samuti ei olnud määratletud küsimused vastavus kõikide töötajate, või ainult täistööajaga töötajate kohta. Poldud ka öeldud kuhu paigutada inimesi kes on hetkel lõpetamas mingit hariduse taset. Selle alusel peab kindlasti rõhutama, et antud küsimustiku tulemused on indikatiivsed ning neid ei tohiks kasutada statistikaks väljaspool antud uuringut.

Selleks, et uurida erinevusi ettevõtete vahel mis asuvad kas Tallinnas või Tartus, kasutati Student t-testi kus olulisuse nivooks oli $p \leq 0,05$. Sama testi kasutati ka erinevate äristrateegiatega ettevõtete võrdluseks. Kui võrreldi T&A ettevõtteid müügiga tegelevate ettevõtetega, siis erinevust ei tulnud välja üheski küsimustiku alapunktis. Selleks, et suurendada valimit tehti kaks võrdlust – T&A ettevõtted vs ülejäänud ettevõtted ja müügiga tegelevad ettevõtted vs ülejäänud ettevõtted. Selleks, et võrrelda ettevõtete poolt eelnevalt vastatud küsimuste tulemustel põhinevaid eeldusi tegelike vastustega kasutati χ^2 testi. Paraku ei olnud valimis täidetud antud testi tegemiseks vajalikud eeldused. Eelkõige oli raskusi kategooriaalse sõltuva muutuja leidmisega. Mitme sõltumatu muutuja korral kasutati dispersioonanalüüsi läbiviimiseks dispersioonanalüüsi (ANOVA) meetodit. Kuigi sõltuvad tunnused olid küll normaaljaotusega on nii väikese valimi puhul tänu hajuvusele väga raske leida statistilise usaldusväärsuse piiridesse jäävaid korrelatsioone. Statistilist analüüsi piirasid ka küsimustikus kasutatavad erinevad väärtuste kodeeringud.

Intervjuude meetodid ja valim

Läbiviidud intervjuude peamiseks eesmärgiks oli pakkuda paremat interpretatsiooni biotehnoloogia ettevõtetele saadetud küsimustike tulemustele. Küsimustik näitas, et ülikooli ja tööstuse vahel on väga piiratud kommunikatsioon. Selleks, et paremini aru saada antud probleemist keskendus suurem osa intervjuust välja arenenud ülikoolide poolt pakutavale inimvarale ja selle vastavusele tööstuses vajalikule tööjõule. Läbi intervjuude sai selgemaks küsimustike tulemuste tagapõhi. Läbi küsimustike ja neid

toetavate intervjuude on võimalik anda ülevaade inimvaraga seotud probleemidest Eesti biotehnoloogia sektoris ja anda soovitusi nende probleemide lahendamiseks.

Selleks, et anda piisavat ülevaadet Eestis olevale inimvara arengule oli oluline läbi viia intervjuud kolme osapoole esindajatega. Antud intervjuueeritavate valim oli esinduslik, sest kõikidel oli piisav kompetents rääkimaks biotehnoloogiaga seotud inimvara arengu teemal. Kokku intervjuueeriti kuut inimest. Arvestades Eesti biotehnoloogia sektori suurust, ettevõtete suhtelist homogeensust ja kõigest kahe teaduskeskuse olemasolu, annavad kaks intervjuueeritavat piisavalt edasi üldist arvamust. Kaks inimest ülikoolist esindasid kõrgharidusasutuste vaatenurka inimvara arengu kohta, tööstuse kaks esindajat rääkisid sellest, kuidas ülikoolide lõpetajad suudavad täita nende ootusi tööjõule ning riigi esindajad esitasid omakorda riiklike strateegiate arengu vaatenurka. Ülikooli esindajateks valiti Erkki Truve (Tallinna Tehnikaülikooli teadusprorektor) ja Peeter Burk (Tartu Ülikooli Loodus- ja tehnoloogiateaduskonna dekaan). Antud inimesed esindavad Tallinnas ja Tartus biotehnoloogiaga seotud õppet pakkuvaid ülikoole. Ettevõtluse poolt esindasid Indrek Kask ja Egle Rebane. Indrek Kask on aastatepikkune kogemus ettevõtjana ja on hetkel LabToWellness tegevjuhiks. Egle Rebane on üle viie aasta juhtinud molekulaardiagnostika ettevõtet IB Genetics. Riigi arvamust representeerisid Volli Kalm (Eesti Teaduspoliitika komisjoni liige ja Teaduskompetentsi Nõukogu esimees) ning Helen Põllo (Haridus- ja Teadusministeeriumi kõrghariduse osakonna asejuhataja). Intervjuueeritavatele esitatud küsimused on leitavad lisades.

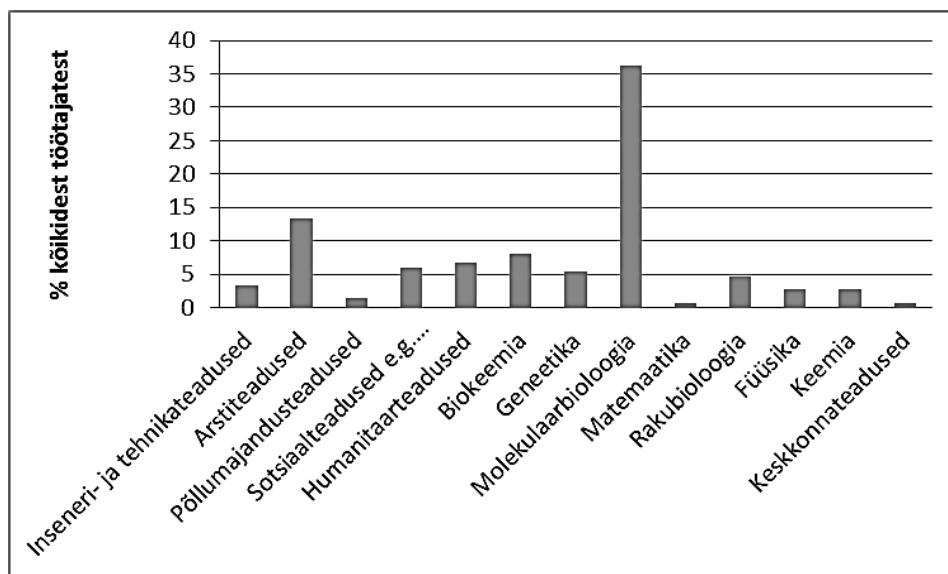
Intervjuud struktureeriti kolme alablokki. Esimene blokk keskendus riiklikule koolitustellimusele ja selle tagapõhjale, teine keskendus ülikoolide ja tööstuse omavahelisele interaktsioonile ning viimane keskendus probleemidele seotud tööjõuga biotehnoloogia ettevõtetes. Kõik intervjuud toimusid märtsis 2011. Intervjuud kestsid 60-90 minutit ning olid pool-struktureeritud. Andmed koguti standardiseeritud teel, ehk siis kõik esitatud küsimused olid identsed. Intervjuud viidi läbi kohtudes intervjuueeritavatega, välja arvatud üks kohtumine mis toimus Skype'i vahendusel. Kõik intervjuueeritavad olid eestlased, mis tõttu toimusid intervjuud eesti keeles.

Biotehnoloogiaga seotud inimvara arengu mõistmine annab võimaluse välja tuua probleemsed kohad mis takistavad antud sektori arengut. See on omakorda vajalik, et

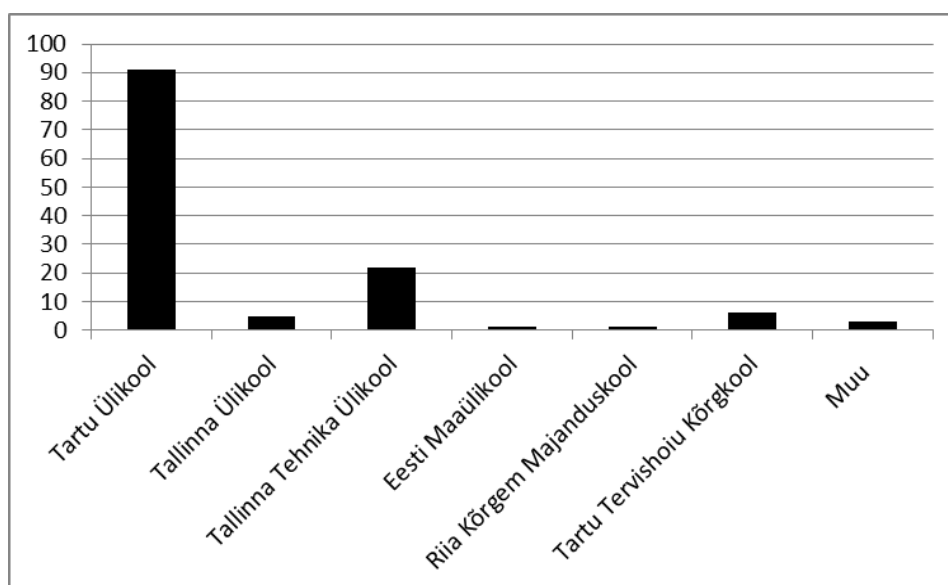
anda nõuandeid ja soovitusi parandamiseks akadeemia ning mis parandaksid ülikoolide ja tööstuse omavahelist kommunikatsiooni antud teemal. See viiks omakorda ülikoolide poolt ette valmistatava tööjõuni mis oleks vastavuses tööstuse vajadustega. Järgmises peatükis antakse ülevaade nii küsimustike kui ka intervjuude tulemustest mis on aluseks viimases ala-peatükis välja pakutud nõannetele.

2.3 Küsimustiku ja intervjuude tulemused

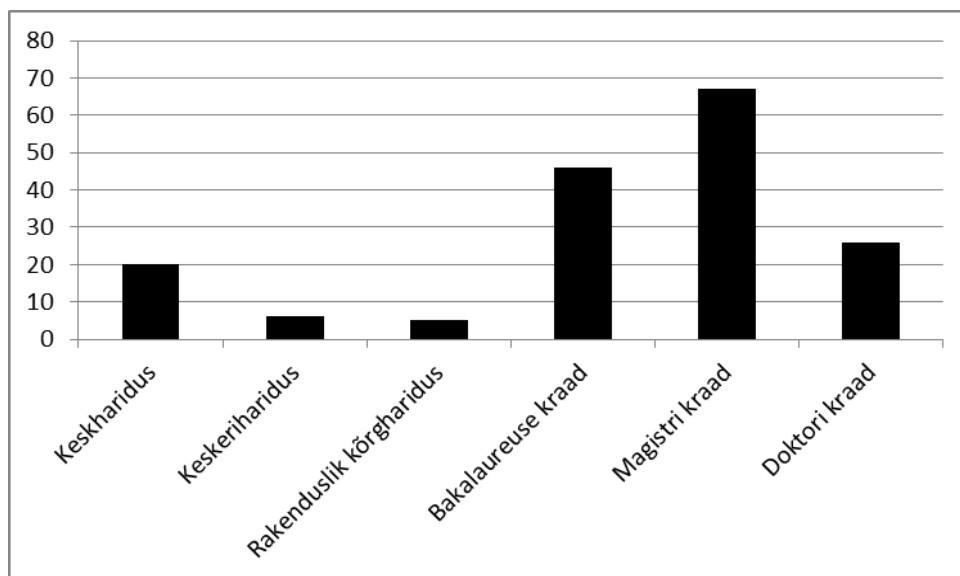
Uuringu lõplikuks valimiks kujunes 14 ettevõtet kus töötas 149 inimest, seega keskmiselt töötas uuringus osa võtnud ettevõttes 11 inimest. Joonis 2.4 annab ülevaate töötajate akadeemilisest taustast ja joonis 2.5 annab omakorda ülevaate sellest, millise ülikooli on uuritavad lõpetanud. Joonis 2.5 esitab küsimustikule vastanud ettevõtet töötajate protsentuaalse jaotuse erialade kaupa. Vaadates koguarvu tuleb välja tuua, et sotsiaalteadustest ja humanitaarteadustest oli tööl sama palju inimesi kui biokeemia või geneetika taustaga inimesi (vastavalt 9, 10 ja 11, 12 inimest). Küsimustiku kolmas küsimus oli avatud küsimus kus paluti kirja panna mis ülikoolist ja mis erialalt on enamik ettevõttes tööl olevaid inimesi. Sarnaselt esimese kahe küsimusega on enamik lõpetanud Tartu Ülikooli ja on molekulaarbioloogia taustaga. Huvitav on märkida, et kuigi 36% kõikidest valimis osalenud töötajatest (kokku 54 inimest) on märgitud molekulaarbioloogia taustaga, pakub Tartu Ülikool – ülikool, mille lõpetas enamik töötajatest, molekulaarbioloogia spetsialiseerumist alates doktorikraadist. Joonis 2.6 näitab, et enamik töötajaid on magistrikraadiga, samas kui doktorikraadiga inimesi on palgal üle kahe korra vähem (67 ja 26 inimest vastavalt). Bakalaureusekraadiga töötajaid on 47, ehk siis kolmandik töötajatest on bakalaureusekraadiga. Keskeri, ja rakendusliku kõrgharidusega oli tööl kõigest 10 inimest. Võrreldes Tartu ettevõtteid Tallinna ettevõtetega ei olnud erinevust palgatud inimeste arvus. Samuti ei erinenud müügitööga tegelevad ettevõtted suuruse poolt teistest, kuid T&A ettevõtted palkasid keskmiselt rohkem inimesi kui muud ettevõtted ($p=0,042$).



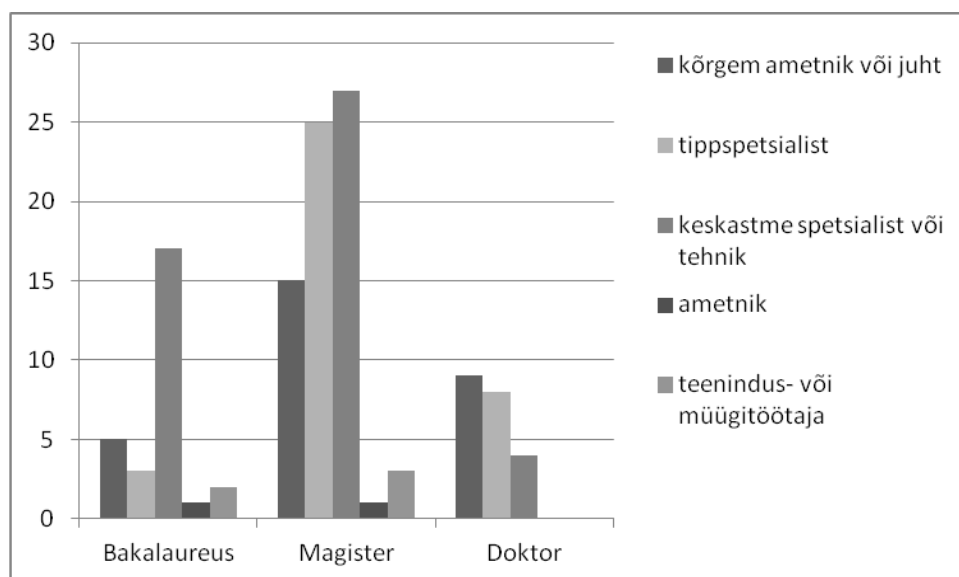
Joonis 2.4. Töötajate protsentuaalne jaotus akadeemilise tausta põhjal.



Joonis 2.5. Töötajate jaotus lõpetatud kõrgkoolide põhjal. Vertikaal teljel on inimeste arv.



Joonis 2.6. Töötajate jaotus omandatud kraadi põhjal. Vertikaal teljel on inimeste arv.



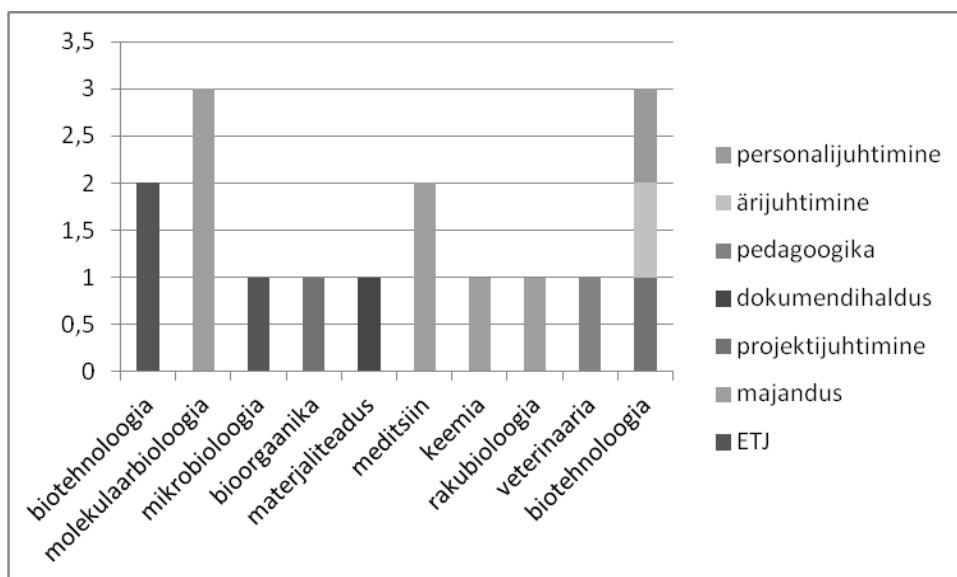
Joonis 2.7. Töötajate jaotus vastavalt haridustasemele ja ametikohale ettevõttes. Vertikaal teljel on inimeste arv.

Joonis 2.7 näitab, et doktorikraadiga inimesed on valdavalt ettevõtetes kas kõrgemad ametnikud ja juhid või siis tippspetsialistid, samas kui magistrikraadiga töötajad on pigem kas keskastme spetsialistid või tehnikud. 30st kõrgemast ametnikust ja juhust

täpselt pooltel oli magistrikraad. 38st tippspetsialistist enamik (25) olid samuti magistrikraadiga. Bakalaureuse kraadiga inimestel oli valdavalt keskastme spetsiaisti või tehniku ametikoht (17, 30st). Kuna valimis oli väga vähe inimesi kesk- või keskeriharidusega, ei ole nende kohta võimalik üldistusi teha. Masina ja seadmeoperaatori ametit polnud märgitud ühelgi töötajal. 16 töötaja kohta ei olnud vastavaid andmeid esitatud.

Vaadates seda, kuidas Eesti biotehnoloogia ettevõtted palkavad inimesi, kes ei ole Eesti kodanikud, tuli välja, et kolmes ettevõttes olid tööl kolm inimest kes olid pärit järgnevatest riikidest: Belgia, Egiptus ja Soome.

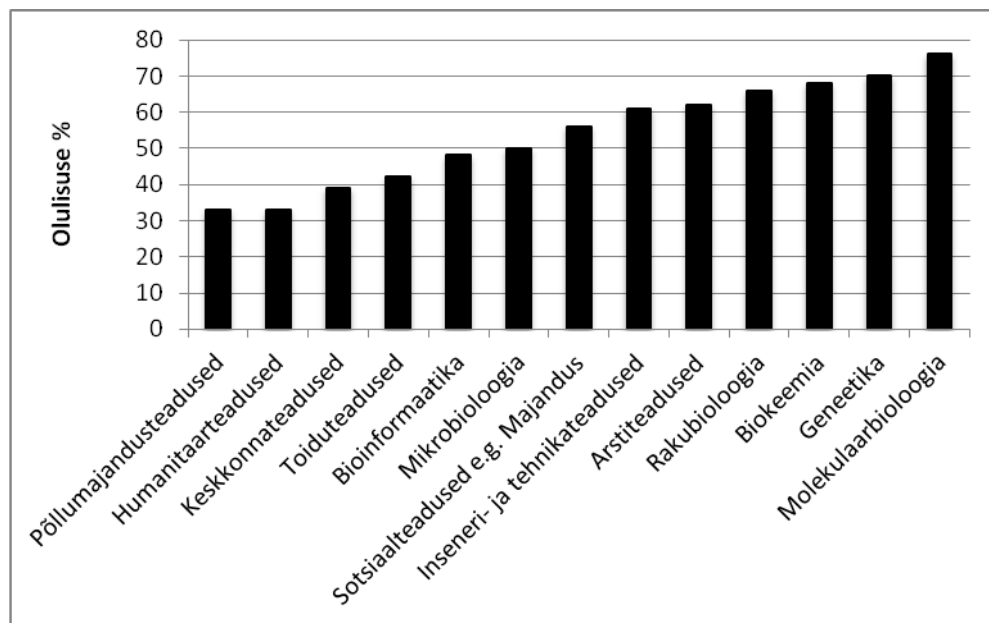
Kuues ettevõttes 14st olid tööl inimesed kellel oli omandatud rohkem kui üks kõrgharidus. Kokku oli 10.7% töötajatest ettevalmistus enamas kui kahes valdkonnas. Enamikul (seitsmel 16st) oli taust majanduses ja mõnes muus valdkonnas (3 molekulaarbioloogias, 2 arstiteaduses, 1 keemias ja 1 rakubioloogias). Kolmel inimesel oli taust nii biotehnoloogias kui muus valdkonnas (1 projektijuhtimises, 1 ärijuhtimises ja 1 personalijuhtimises). Joonis 2.8 annab ülevaate töötajatest kelle on kogemusi (hariduslik taust ja/või pikaajalised kogemused) enam kui kahes valdkonnas.



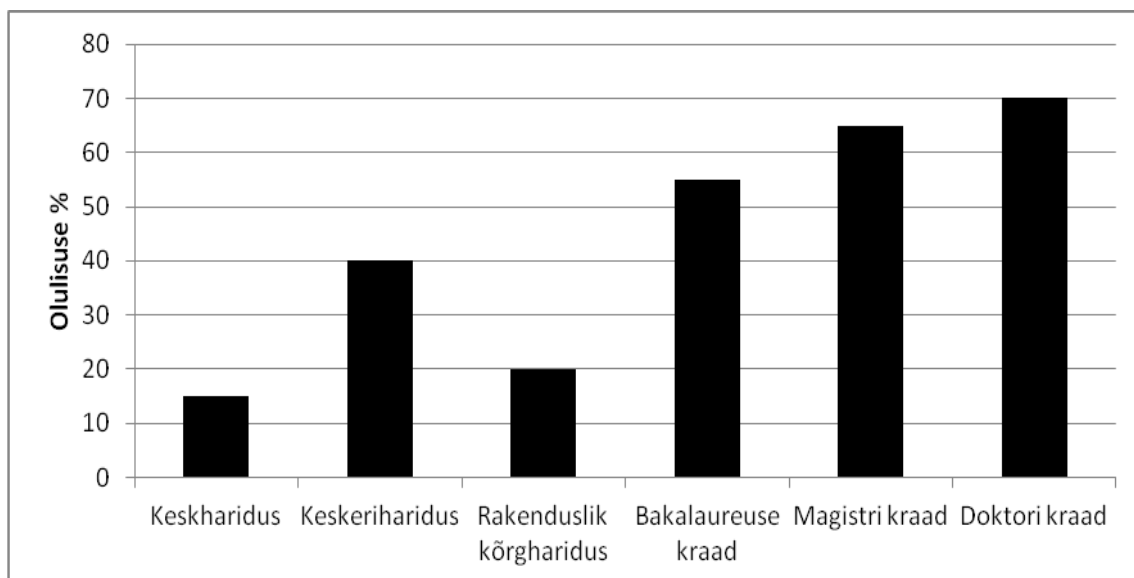
Joonis 2.8. Ülevaade töötajatest kellel on kogemusi enam kui kahes valdkonnas.

Uurimuse teine osa keskendus sellele, millist inimvara oli ettevõtetel vaja läinud ning kuidas nad näevad oma vajadusi tulevikus. Valimis olnud ettevõtete jaoks on kõige

olulisemad molekulaarbioloogia, geneetika, biokeemia ja rakubioloogia haridusliku taustaga inimesed, samas kui kõige vähem olulised on põllumajanduse, humanitaarteaduste ja keskkonnateaduste taustaga inimesed (Joonis 2.9). Kahe ettevõtte jaoks on väga olulised keemia taustaga inimesed, samas kui üks ettevõtte märkis, et nende arengu jaoks on olulised füüsika taustaga töötajad. Haridustasemeid võrreldes leiti, et doktorikraadiga inimesed on ettevõtete arengu jaoks kõige olulisemad, samas kui iga madalama kraadiga töötajad ja keskharidusega inimesed on hinnatud kõikide ettevõtete poolt kui vähem olulised (Joonis 2.10).

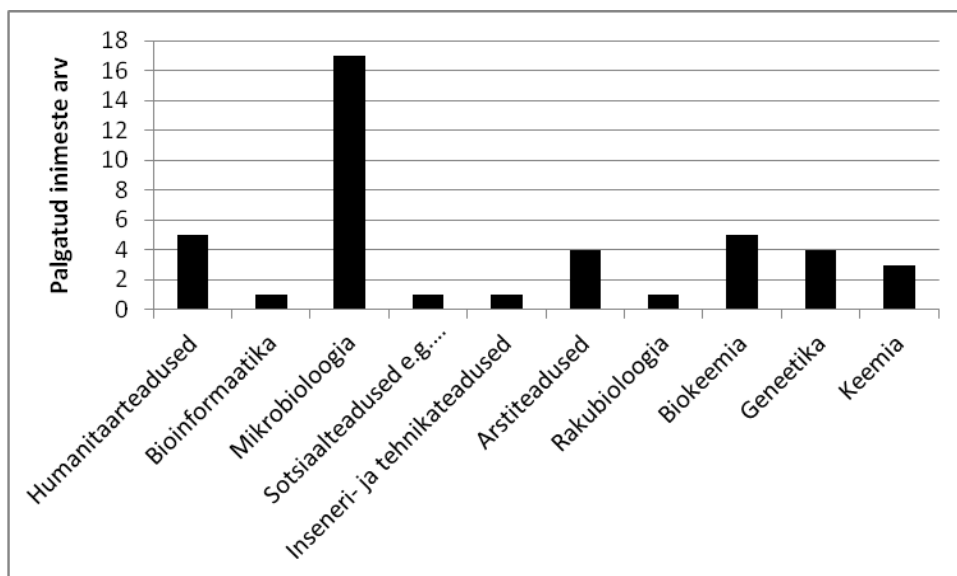


Joonis 2.9. Töötajate erialade osatähtsus protsentides ettevõtte eesmärkide saavutamiseks.

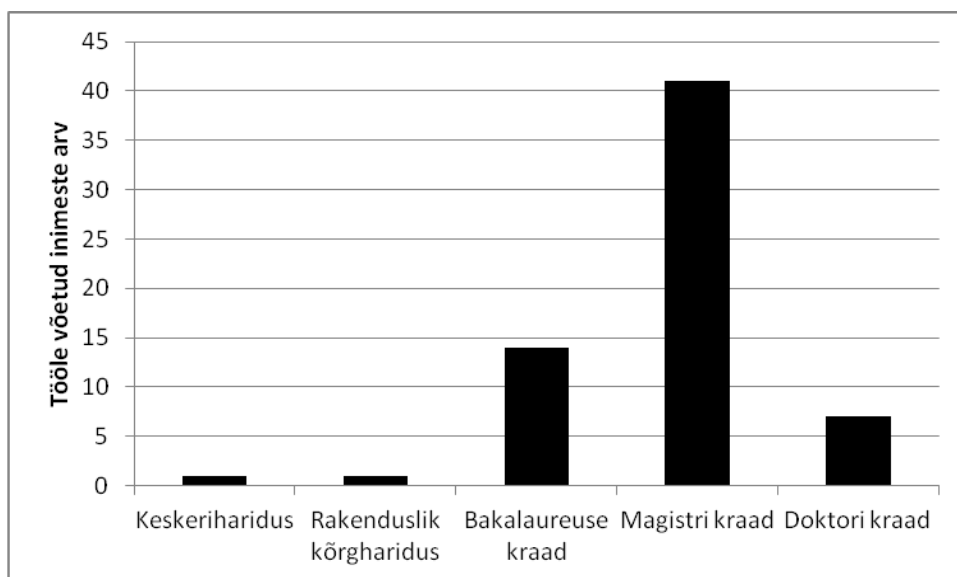


Joonis 2.10. Töötajate haridustasemete osatähtsus protsentides ettevõtte eesmärkide saavutamiseks.

Viimase kolme aasta jooksul on ettevõtted kõige enam palganud inimesi, kellel on hariduslik taust molekulaarbioloogias (37, 62st). Üks ettevõtte palkas viimase kolme aasta jooksul kokku 20 inimest, kellel oli molekulaarbioloogia taust. Selleks, et anda paremat ülevaadet sektorist on antud ettevõtte valimist välja jäetud (joonis 2.11). Antud ajavahemiku jooksul ei palgatud ühtegi inimest põllumajanduse, mikrobioloogia, keskkonna- või toiduteaduste taustaga. Enamik palgatusid olid magistrikraadiga (41, 61st, Joonis 2.12). Kuna eelmise joonise juures mainitud ettevõtte palkas 15 magistranti ja 5 bakalaureusekraadiga inimest, ei ole antud analüüsis samuti seda ettevõtet valimisse kaasatud. Kuigi doktorikraadiga inimesed olid hinnatud olulisimate inimestena ettevõtte arengu jaoks, oli siiski kolme aasta jooksul kõikide ettevõtete peale kokku palgatud kõigest seitse doktorikraadiga töötajat. Rakenduskõrgharidusega inimesi kolme aasta jooksul ei palgatud.



Joonis 2.11. Viimase kolme aasta jooksul palgatud töötajate arv haridusliku tausta alusel.

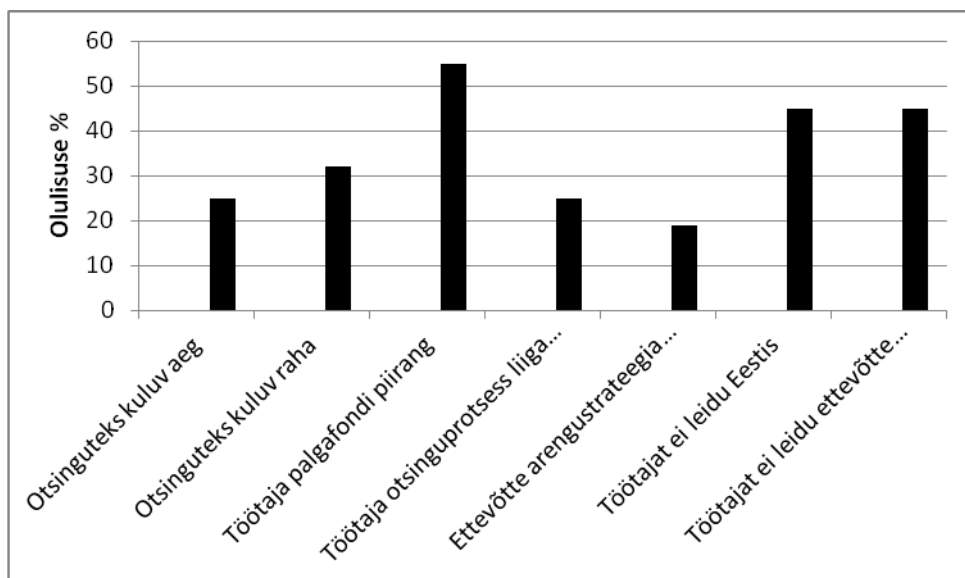


Joonis 2.12. Viimase kolme aasta jooksul palgatud töötajate arv haridustaseme alusel.

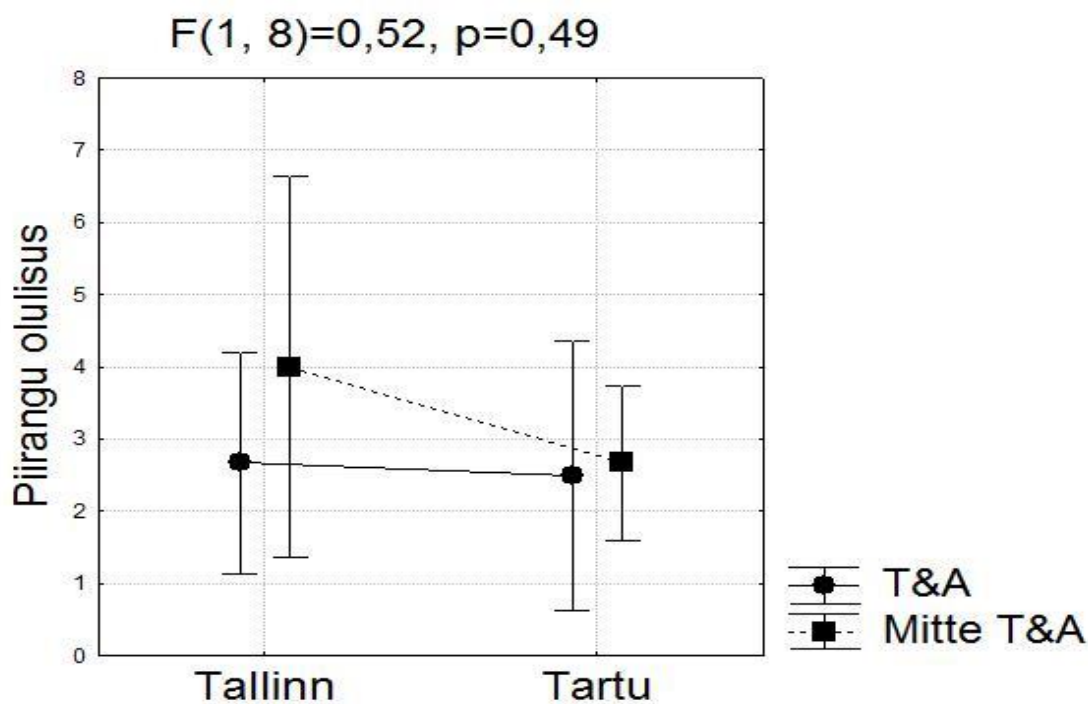
Seitse ettevõtet 14st kinnitas, et neil on töötajatest puudus. Hariduslik taust, mille järgi oli kõige suurem puudus, oli kõige sagedamini biotehnoloogia ja keskeriharidus (viis töötajat) ja bioinformaatika (kuus töötajat). Samuti vajatakse kolme inimest

elusteadustest ja kahte biomeditsiinist. Ühte töötajat on vaja molekulaarbioloogia, arstiteaduse ja keemia haridusega ning ühte töötajat majanduse ja biotehnoloogia topelt haridusega. Haridustaseme poolest mainiti viiel korral seda, et puudus on doktorikraadiga inimestest ja kaks ettevõtet mainis, et neil on puudu kokku viis inimesest kellel oleks magistrikraad. Ühel ettevõttel oli puudus töötajast kellel on keskeriharidus. Mitte ühelgi ettevõttel polnud vajadust töötajate järgi kelle oleks olemas mingi kindel sertifikaat või litsents.

Küsimustiku kolmandas osas uuriti valdavalt seda, kas ettevõtted on rahul hetkel palgatud tööjõuga ja kas tööjõud vastab ettevõtte tulevikuvisionile. Keskmiselt leidsid vastanud ettevõtted, et ettevõtetes tööl olevad inimesed vastavad 85% ulatuses ettevõtte vajadustele. Peamiseks piiranguks, mis takistab palkamast tuleviku visioonidele vastavat töötajat, peeti töötaja palgafondi piirangut (Joonis 2.13). Samuti oli töötaja asukoht märgitud kui oluline faktor. Ettevõtted eelistasid palgata inimesi, kes elavad Eestis ning kes elavad antud ettevõttega samas linnas (kas Tallinnas või Tartus). Samas mitte T&A tegelevate ettevõtete jaoks oli antud piirang vähem tähtis kui teiste ettevõtete jaoks ($p=0,05$ töötajat ei leidu Eestis; $p=0,07$ töötajat ei leidu ettevõttega samas piirkonnas). Üks küsimustiku täitnud ettevõtte mainis, et kõige olulisemaks faktoriks töötaja palkamisel on tema sobivus töökollektiivi (isikuomaduste ja ametioskuste kombinatsioon). Tööotsinguteks kuluv aeg ja ettevõtte arengustrateegia olid märgitud kui kõige vähem tähtsad piirangud. 88% ettevõtetes on võimalik töötajaid kohapeal koolitada. Valdavalt pakutakse tootekoolitusi ja praktiliste töövõtete koolitusi. Vaadates piirangute olulisust Tallinnas ja Tartus tegutsevate ettevõtete puhul, mis olid jaotatud ka vastavalt nende tegevusalale, tuli välja, et paraku ei mõjutanud ettevõtte asukoht seda, kui oluliseks ta antud piirangut pidas (Joonis 2.13.1).

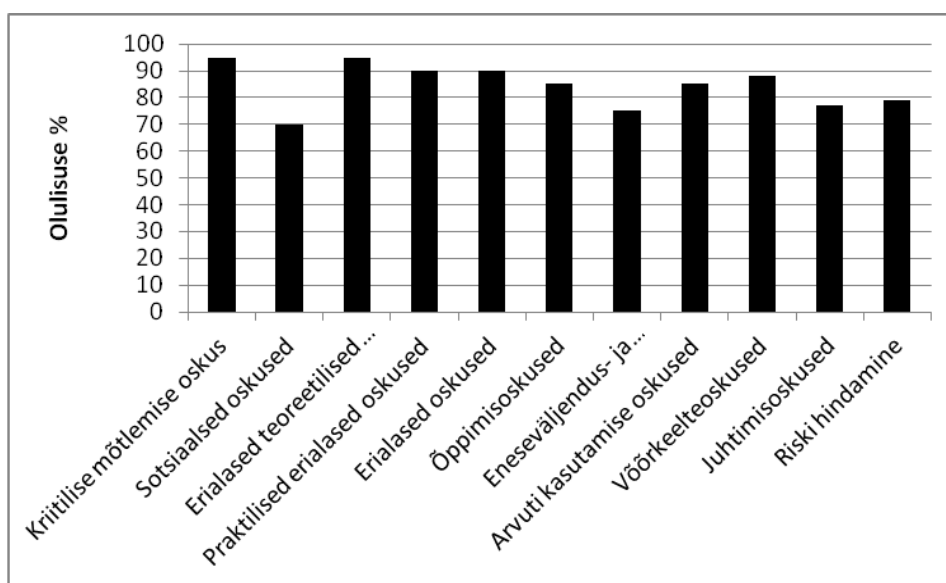


Joonis 2.13. Piirangud, mis takistavad ettevõtetel palkamast tuleviku visioonidele vastavat töötajat.

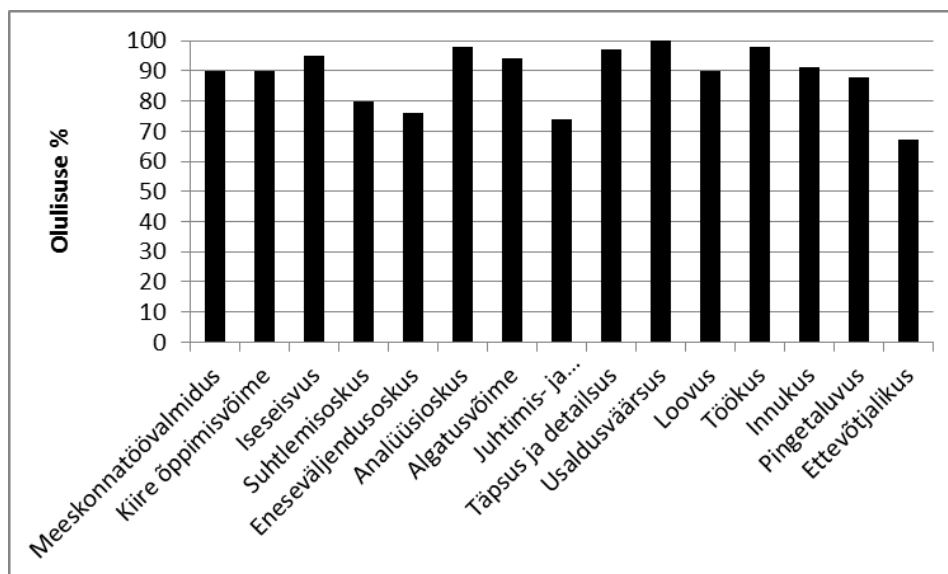


Joonis 2.13.1 Piirangu „Eestis ei leidu sobivad töötajat“ olulisus Tallinnas ja Tartus asuvate ettevõtete jaoks olenevalt sellest, kas nende esmane tegevusala on T&A või mitte. Väärtused on antud keskmistena $\pm 0,95$ usalduspiirid.

Küsimustiku viimases osas keskenduti inimvara väärtustamisele ettevõtetes ning sellele milliseid oskusi ja iseloomujooni peetakse kõige olulisemateks. Eranditult kõik ettevõtted hindasid oma töötajaid väga väärtuslikeks. Kõige enam hinnatud oskusteks osutusid kriitiline mõtlemine ja teoreetilised oskused (Joonis 2.14). Samuti peeti oluliseks praktilisi oskusi ja erialaseid teoreetilisi oskusi. Kõige vähem oluliseks peeti sotsiaalseid oskusi. Võrreldes valdavalt müügitööga tegelevaid ettevõtteid tuli välja trend, kus kriitiline mõtlemine, praktilised oskused ning täpsus ja detailsus olid vähem olulised kui muudes ettevõtetes ($p=0,07$ kõikidel juhtudel). Isikuomadustest oli ettevõtete jaoks kõige tähtsamakas usaldusväärsus, mida hinnati väga oluliseks eranditult kõikide ettevõtete poolt. Töökus, analüütiline mõtlemine ja täpsus (Joonis 2.15) olid samuti kõrgelt hinnatud, samas kui ettevõtjalikus ja juhtimis- ning koordineerimisoskus olid hinnatud kui kõige vähem olulised.



Joonis 2.14. Töötajate oskuste väärtustamine.



Joonis 2.15. Töötajate isikuomaduste väärtustamine.

Kuna tegu oli niivõrd laia küsimustikuga on kokkuvõtete tegemine raskendatud. Alustuseks võib öelda, et keskmiselt 11 töötajaga on Eesti biotehnoloogia ettevõtted äärmiselt väikesed. Fraunhofferi raporti järgi (2003) kuulub enamik meie ettevõtetest väikeste ettevõtete hulka. Kuigi enamus ettevõtteid on läbi aastate kasvanud töötajate arvu poolest (Asper Biotech olles kõige kiirema kasvuga ettevõtte) on mõned ettevõtted nende aastate jooksul töötajate arvu vähendanud või siis pankrotistunud.

Aastal 2002 oli üle kahe kolmandiku töötajatest lõpetanud Tartu Ülikooli, siis hetkel on selleks neli viiendikku. Seega Tallinna Tehnikaülikooli lõpetajate osakaal on ettevõtetes töötajate seas muutunud palju väiksemaks. Viimaste aastate jooksul on ettevõtted palganud pigem magistrikraadiga molekulaarbiolooge, samas kui nende endi arvates oleksid kõige paremad töötajad hoopiski doktorikraadiga molekulaarbioloogid. Kuna piiranguid töötajate leidmiseks üldiselt ei peetud väga olulisteks polnud see erinevus hästi seletatav. Kuigi enamik kõrgemaid ametnikke või juhte on magistrikraadiga, näitab uurimus, et omades doktorikraadi on kõige suurem tõenäosus omada ettevõttes just juhi rolli. Arvatavasti tuleneb see sellest, et paljud ettevõtted on saanud alguse ülikooli *spin-offidena* ja doktorikraadiga inimesed on jäänud kas ettevõtte juhi rolli või tippspetsialisti rolli. Kokku 11% töötajatest omas haridust enamas kui kahes valdkonnas, mis on tegelikult suhteliselt suur osa kõikidest biotehnoloogia sektoris

töötavatest inimestest. See toob välja sektori interdistsiplinaarsuse. Samas näitab see, et sotsiaal- ja humanitaarteaduste taustaga on ligi 20% kõikidest töötajatest. Küsimusest, „Millise haridusliku taustaga inimesi peetakse ettevõtte jaoks oluliseks?“ tuleb välja küsimustike täitjate piiritletud vaade oma ettevõttele. Vähemalt viiendik ettevõtetes tööl olevatest inimestest ei ole elusteaduste taustaga ja selliseid inimesi on viimaste aastate jooksul juurde palgatud. Samas on humanitaarteadused välja toodud, kui kõige vähem tähtsa haridusliku taustaga ettevõtte arengu jaoks. Sellest tekib arusaam, et ettevõtet ei nähta terviklikult, vaid pannakse esikohale vastavalt kas arendus või müügi suunaga tegelevaid inimesi. Ettevõtete vajadused on suhteliselt erinevad, alates töötajatest kellel on rakenduslik kõrgharidus kuni doktorikraadiga töötajateni. Juba 2002 Fraunhofferi raportis tuli välja, et ettevõtted on siiski suhteliselt erinevad ning seega nende inimvara nõudluses võib esile tulla lahknevusi. See, milliste töötajate leidmine on ettevõtete jaoks kõige probleemsem oleneb tihti nende äristrateegiast. Fraunhoferi 2002 raporti põhiselt oli üsna ühehäälselt puudus inimestest kellel oleksid juhtimisoskused kombinatsioonis teoreetiliste erialaste teadmistega. Samas toob antud uurimus välja, et juhtimisoskus ja ettevõtjalikus olid kõige vähem hinnatud omadused töötajatel. Antud erinevus võib seisneda selles, et kui üldiselt ettevõtjate juhid näevad, et Eestis on puudu ettevõtlikest teadlastest, siis ometi ei taheta näha enda ettevõttest välja kasvamas konkurente ja seepärast ei soodustata oma ettevõtte siseselt ettevõtjalikust. Samuti ei eeldata töötajatelt juhtimisoskust, sest ettevõtete väiksuse tõttu ei peeta juhtimist vajalikuks omaduseks juhtkonna väliselt. Samas on initsiatiivlikus ja iseseisvus siiski kõrgelt hinnatud isikuomadused. 2002. aasta Fraunhofferi uuringuga võrreldes on töötajate leidmisel jätkuvalt täpselt samasugused piirangud. Oluline on nii rahaline piirang kui ka töötajate leidmine ettevõtte piirkonnast. Kaugemalt otsimine on probleemne, sest siis tuleb mängu ka võõrkeel ning töötaja ümber lokaliseerimine, mis võib ühele väiksele ettevõttele piisavalt palju lisakoormust juurde tuua ja seega vähendada väljaspoolt värvatud töötaja kasutegurit.

Eelnevad tööd (Hilton, 2008) on välja toonud, et biotehnoloogia sektoris on üldiselt puudu just teadlastest kes oskavad näha oma töö kommertslikku väljundit ning kes suudaksid oma kaastöötajatele edastada võimalikult hästi oma töö olulisi aspekte. Antud uurimus seda tegelikult ei toeta. Kuigi nagu eelnevalt mainitud, hinnatakse inimesi kellel on taust enam kui ühes valdkonnas, siis „pehmete oskustega“ teadlaste puudus ei

ole ükski küsimustiku täitnud ettevõtte välja toonud. Vastupidiselt hinnatakse oma töötajates näiteks eneseväljendamise oskust kui suhteliselt väheolulist. Houstoni (2007) välja toodud kompetentsidest, mida tööandjad töötajates otsivad, on antud uuringu põhjal enamik hinnatud kui vähem tähtsad omadused kui näiteks usaldusväärtus ja teoreetilised oskused. Selle põhjal võib järeldada, et Eesti biotehnoloogia ettevõtetes ei oma tähtsust isikuomadused mida väärtustab Houston (2007) USA ettevõtete põhjal tehtud uuringus.

Intervjueeritavate antud hinnang inimvarale Eesti biotehnoloogia sektoris

Uurimuse teises osas viidi läbi kuus intervjuud ekspertidega, kes oskasid anda omapoolset hinnangut Eesti biotehnoloogia sektoris esinevatele probleemidele ja arengutele, mis seonduvad inimvara produktioonis ja selle sihtpärases kasutamises tööstuses. Antud inimesed valiti intervjuude läbiviimiseks just nende kompetentsi tõttu antud teemal. Nii ülikoolist, ettevõtlusest kui ka riigi poolt oli kaks intervjueeritavat. Allpool on antud intervjuude tulemuste ülevaade. Täpsed intervjueeritavatele esitatud küsimused asuvad lisas.

Esimeseks teemaks mille osas paluti intervjueeritaval arvamust avaldada oli riiklik koolitustellimus (RKT). Riigi esindajad tutvustasid RKT tekkimise tagapõhja, mille kohaselt kutsub teadus-ja haridusminister kokku komisjoni, kuhu kuuluvad nii ministeeriumi kui ka ülikoolide esindajad. Paraku ei ole komisjoni liikmetel alati piisavalt häid andmeid ja raporteid mille põhjal teha informeeritud otsuseid. Samas toodi välja see, et RKT peaks alguse saama ühiskonna vajadustest, kuid alati ei ole võimalik neid inkorporeerida õppekavadesse, sest õppekavade muutmiseks vaja minev aeg on suhteliselt pikk. Üheks kriteeriumiks mida kasutatakse RKT planeerimisel on teiste riikide eeskugu. See on üheks põhjuseks miks teadusi prioritseeritakse. Skandinaavia riikides on näiteks RKT teaduste vallas palju kõrgem kui Eestis ja eeldatavasti just läbi selle saavad nad olulise panuse teadmistepõhisesse majandusse. Läbi ministeeriumi poolt paika pandud SKP annab riik koolitustellimuse kaheksale õppevaldkonnale, seega õppekavade proportsioon tuleb siiski ülikooli otsusega. Riigi esindajate hinnangul peaks RKT tulevaste aastate jooksul tõusma (Põllo, 2011). Üheks

põhjenduseks sellele on statistika mis näitab, et töötus on kõige madalam ülikooli lõpetanute seas. Teaduskraad tagab inimesele lisandväärtuse tööturul, ehk siis pole oluline niivõrd see, millise eriala inimene lõpetab kui see, et tal on olemas akadeemiline kraad. Ülikoolide esindajad tõid välja, et nende arvates on hetkel RKT vastavuses tööstuse vajadustega (Burk, 2011). Toodi välja tõsiasi, et RKT ei ole vajalik ainult tulevaste tööliste väljaõppeks vaid selleks, et säilitada õppetöö kvaliteet. Kuna loodusteadust finantseeritakse rohkem kui teisi õppesuundi, võetakse just loodusteaduse õppesse vastu rohkem üliõpilasi. Ülikooli siseselt aitab see omakorda finantseerida õppesuundi mis muidu jääksid ilma vajaliku rahata. Pakuti välja ka võimalust, et RKT peaks vähenema humanitaar ja sotsiaalteadustes ning jääma samaks loodusteadustes (Truve, 2011). Kuna loodusteadused on kõige vähem eelistatud õppesuund, sest „pehmete teadustega“ võrreldes eeldatakse rohkemaid teadmisi keskkooli tasemest ja rohkem teoreetiliste teadmiste kogumist läbi terve õppe. Samas, juba keskkoolis on loodusteaduste õpe puudulik, mis paneb veel suurema koormuse just esimeste ülikooli aastate peale mille jooksul on välja langemise protsent loodusteadustest äärmiselt kõrge. Samuti toodi välja, et hetkel on RKT ülikooli sisseastujate arvu põhine. See ei anna võimalust keskenduda ülikoolis õpetatava kvaliteedile. Kuna väljalangenute osakaal on suhteliselt suur on ülikoolide jaoks kasulik hoida loodusteadustesse sisseastujate arvu suhteliselt kõrgena, samas ei garanteeri see ei ülikooli hariduse kvaliteeti ega piisavat arvu ülikooli lõpetajaid. Ettevõtete esindajatel oli RKT suhtes väga kindel arvamus, et see ei ole kindlasti optimaalne ega peegelda tööstuse vajadust kõrgharidusega töötajate järgi (Kask, 2011).

Ainus, milles kõikide osapoolte esindajad nõustusid oli see, et ülikoolid peaksid rohkem rõhku panema integreeritud haridusele (Rebane, 2011). Kuid ka siin tulid välja mõned erinevused. Kui riigi esindajad rõhutasid, et integreeritud haridus annab võimaluse paremini tööturul kohaneda ning aitab arendada inimesi kes on universaalsete teadmistega, siis ülikooli esindajad rõhutasid, et ülikooli rolliks on toota spetsialiste. Samuti toodi välja, et kuigi integreeritud haridus on oluline, ei ole hetkel õppejõudusid, kes oleksid suutelised kaasahaaravalt rääkima majandusest või siis majandusteadlastele selgitama loodusteaduse põhitõdesid (Burk, 2011). Ettevõtete esindajad rõhutasid vajadust inimeste järgi kes oleksid küll teadlased, kuid suudaksid tegeleda ka turundusega (Kask, 2011). Samas mainiti ka seda, et osasid oskusi ei olegi võimalik

õppida ülikoolist, vaid need on pigem iseloomuomadused. Ettevõtete esindajate arvates peaksid kõik teadlased saama koolitusi näiteks intellektuaalse vara ja teaduse kommertsialiseerimise kohta, mille alased kursused peaksid olemas olema juba bakalaureuse taseme baasõppes ja mitte doktoritasemest. Toodi välja, et Eesti biotehnoloogia turu väiksuse tõttu ei saa ettevõtted endale lubada inimesi, kes oleksid spetsialiseerunud üksnes väga kitsale meetodile, vaid töötajatelt eeldatakse väga laialdasi teadmisi (Rebane, 2011).

See läheb mõneti kokku viisiga, kuidas ülikooli esindajad näevad ülikooli rolli üldiselt. Riigi esindajate arvamuse kohaselt ei ole ülikooli funktsiooniks mitte tööstuse inimvara vajaduse rahuldamine, vaid laialdase silmaringiga inimeste koolitamine (Kalm, 2011). Ülikoolis antava hariduse eesmärgiks on valmistada inimesed ette eluks peale ülikooli andes neile kriitilise mõtlemise ja analüüsi oskuse. See, kas inimene leiab rakendust tööstuses, ülikoolis või hoopis oma erialaga mitte seondual töökohal ei olene ülikoolide esindajate arvates mitte ülikooli haridusest, vaid pigem inimese loomuomadustest. Samas on ülikooli rolliks ka ühiskonna huvide teenimine ja riigiga haridusteemalise kommunikatsiooni hoidmine. Riigi esindajate arvamuse kohaselt on peamine roll hariduses siiski ülikoolidel ja mitte riigil. Riiki nähakse pigem nõuandjana (Põllo, 2011). Ülikooli esindajad oli mõneti sama meelt, et ülikooli rolliks ei ole tööstusele töötajate koolitamine. Samas nemad nägid ühiskonna huvide eest seismise asemel pigem ülikooli rollina iseenda taastootmist, läbi mille kaudselt teenitakse ka ühiskonna huve (Burk, 2011).

Küsimus ideaalse lõpetaja kohta peaks peegeldama erinevate osapoolte sihti hariduspoliitikas ja annab võimaluse uurida eesmärgi sarnasusi või erinevusi. Ideaalse ülikooli lõpetajana nähti kahte võimalikku stsenaariumit – inimene, kes jääb ülikooli juurde ja pühendub teadusele või siis inimene, kes läbi selle, et ta ei suuda leida endale teaduses kohta rajab *spin-off* ettevõtte jäädes siiski mingil määral ülikooliga seotuks. Kuna ülikoolid peavad garanteerima oma jätkusuutliku arengu, siis on vajalik pidev doktorikraadiga inimeste produktsioon. Samas, selleks, et iga aasta oleks näiteks üks doktorikraadiga lõpetaja instituudis, peab selleks vastu võtma ligi 50 bakalaureuse tudengit (olenevalt õppekavast). Uute ettevõtete loojaid nähakse kui inimesi kes on küll doktorikraadiga, kuid kes kas iseloomuomaduste või muude põhjuste pärast ei soovi

jääda ülikooli juurde. Need inimesed on vastutavad kõrgtehnoloogilise sektori arengu eest ja ka on tööandjateks bakalaureuse ja magistrikraadi tudengitele, kes ei ole soovinud jääda ülikooli juurde kuni doktorikraadi lõpetamiseni (Burk, 2011). Samas, kuigi antud mudel on aluseks ülikooli siseselt vastuvõetavatele otsustele ei ole see reaalselt veel kontrollitud ja see eeldab ka kestva majandusarengut, mida viimaste aastate jooksul paraku pole olnud. Ettevõtete esindajad arvasid ülikooli rollist ühiskonnas mõneti teisiti. Ettevõtete jaoks ei ole oluline, millise ülikooli on nende töötajad lõpetanud, ega ka see, mida täpselt nad ülikoolis õppinud on. Samuti on eelnev akadeemiline edukus pigem vähem oluline. Oluliseks peetakse seda, et töötajatel oleksid olemas baasteadmised ja neile lisaks tugev sotsiaalne võrgustik ja õiged iseloomuomadused (Rebane, 2011). Ehk siis antud arvamus läheb kokku ülikooli rolliga kui laia silmaringiga inimeste produtseerijana mida eelnevalt mainisid riigi esindajad. Nagu öeldud, otsivad ettevõtted piisava metodoloogilise baasiga ja heade sotsiaalsete oskustega töötajat kes võiks omada magistrikraadi, kuid viimane ei ole iseenesest oluline. Kõige olulisemaks peetakse nn „ärivaistu“ ja võimet näha teadustulemustes kommertsialiseerimise võimalust (Kask, 2011). Samas ülikooli esindajad hindavad ideaalseks Eesti biotehnoloogia sektoris töötavaks inimeseks kahe doktorikraadiga inimest. Üks kraad peaks olema loodusteadustes ja teine majanduses või milleski sellega seonduvas (Truve, 2011).

Uurides seda, kas tööstuse vajadustel on ka mingisugune mõju ülikoolide õppekavadele tuli välja, et ettevõtete esindajate arvates see mõju kindlasti puudub (Kask, 2011). Kui neil on puudus just turunduse ja intellektuaalse vara spetsialistidest, siis samal ajal pakub ülikool neile hoopiski bioloogia üldtaustaga lõpetajaid. Samas toodi välja see, et ettevõtted on siiski heas positsioonis, sest igal aastal on niivõrd palju lõpetajaid, et neil on piisavalt hea valik leidmaks seda ühte inimest keda iga antud ettevõtte selle aasta jooksul palgata võiks. Siiski toodi välja, et Eesti ülikoolide lõpetajatel puuduvad praktilised kogemused, nende teadmised on liiga teoreetilised ja neil puudub oskus töötada meeskonnas. Ka ülikoolide esindajatel oli sarnane arvamus tööstuse mõjust õppekavadele. Toodi välja erinevaid põhjuseid – nii seda, et õppekavade muutmine on väga aeganõudev protsess kui ka seda, et ettevõtete esindajad ei edasta omapoolseid vajadusi piisavalt hästi ja samas ei ole ka piisavalt andmeid nende vajaduste kohta ei tööstusel endal, aga ka ülikoolidel (Burk, 2011). Kui magistrikraadi omandamise

nominaalaeg on viis aastat, siis see tähendab, et antud viie aasta plaan peaks olema selge enne kui ülikooli astuja alustab oma õpinguid, samas ettevõtted tavaliselt ei oska anda oma tööjõu vajadustele viie aasta prognoosi. Siiski rõhutati taas, et ülikooli roll on eelkõige toota multifunktsionaalseid professionaale, kes suudaksid kohaneda kõrgtehnoloogilise sektori tööjõu vajadustega. Positiivne on see, et ka ülikooli esindajad mõistavad, et Eestis ei ole praktiliselt kõrgtehnoloogilist bio-tööstust kuhu ülikoolide poolt produtseeritavad tippspetsialistid üldse suunduda võiksid. Riigi esindajad rõhutasid sama probleemi, milleks on Eesti väiksus (Põllo, 2011). Kuna Eestis olevad biotehnoloogia ettevõtted on valdavalt väikesed, ei suuda nad omada ka piisavalt mõju ülikoolide õppeprogrammide arengule. Samuti on ülikoolidel suhteliselt raske pakkuda väga spetsialiseerunud õpet kuna tihti on puudus antud eriala õppejõududest. Samaga olid nõus ka ülikoolide esindajad, et Eesti teadust võib iseloomustada läbi kindlate tippteadlaste ümber kogunenud uurimisrühmade, mis on küll tasemel, kuid mis ei suuda katta kõiki baasteadmisi. Ühe lahendina näevad riigi esindajad seda, et Eesti ülikoolid ei tooda mitte tulevasi töötajaid Eesti ettevõtetele, vaid õpetatakse välja inimesi kes on suutelised hakkama saama ka Eestist väljaspool (Kalm, 2011). Samal ajal on riiklikuks strateegiaks doktorikraadiga lõpetajate arvu suurendamine aastaks 2015 300ni ja liikumine spetsialiseerumise poole, sest just neilt inimestelt oodatakse kõrgtehnoloogiliste ettevõtete rajamist ja innovatiivsete lahendustega välja tulemist.

Tuues välja negatiivsed aspektid Eesti õppekavade puhul on nii ettevõtete kui ülikoolide esindajad nõus, et ettevõtluse õpetamine ülikoolides on puudulik (Kask, 2011; Burk, 2011). Ei ole võimalik oodata tulevaste ettevõtjate kasvu praegustest doktorantidest, kui neile ei ole ettevõtlust kunagi õpetatud. Samas rõhutatakse siiski väga palju iseloomujoonte olulisusele – kui tekib valik, kas jääda pigem ülikooli juurde või alustada oma ettevõttega. Praegu on siiski enamik doktorikraadiga inimesi liiga keskendunud oma teaduslikule tööle ja neil puudub suurem pilt teaduse kommertsialiseerimise võimalustest (Rebane, 2011).

Vaatamata paljudele probleemidele hindasid siiski kõik intervjuueeritavad Eesti ülikoolide lõpetajate taseme heaks. Ettevõtete esindajad mainisid, et võib-olla on tegu sellega, et nii paljude lõpetajate seast on alati võimalik leida just need kõige sobivamad ja seeläbi tõsta kõikide lõpetajate mainet (Rebane, 2011). Nii riigi kui ülikoolide

esindajad tõid välja, et Eesti ülikoolide lõpetajad saavad väga hästi hakkama teiste riikide ülikoolides, mis tähendab seda, et Eesti ülikoolides pakutav haridus on konkurentsivõimeline teistes tippülikoolides pakutavaga (Truve, 2011).

Tabel 2.2 Intervjuude kokkuvõte

	Ülikool	Riik	Ettevõtlus
RKT	Vastavuses ettevõtluse vajadustega	Teiste riikide eeskuju	Ei arvesta ettevõtete vajadusi
Integreeritud õppekavad	Oluline	Oluline	Oluline
Ülikooli roll	Iseenda taastootmine	Laialdase silmaringiga inimeste koolitamine/ühiskonna huvide teenimine ja riigiga haridusteemalise kommunikatsiooni hoidmine	Multifunktsionaalsete professionaalide tootmine
Ideaalne lõpetaja	Mitme doktorikraadiga	Kas jääb ülikooli juurde või rajab kõrgtehnoloogilise ettevõtte	Baasteadmised, võrgustik, iseloomuomadused, ärivaist, meeskonnatöö
Ülikooli õppekavad	Kommunikatsioon ettevõtetega puudub sest ettevõtetel ei ole pikaajalist visiooni	On võimaluste piires vastavuses	Kommunikatsioon ülikooliga puudub sest ülikooli õppekavade muutmine võtab liiga palju aega

Tabel 2.2 näitab kokkuvõtlikult Eesti biotehnoloogia olukorda riigi, ettevõtluse ja ülikooli esindajate arvamusel. Ainus küsimus mille suhtes on erinevatel osapooltel ühine arvamus on integreeritud õppekavade tähtsus. Samas, hetkel olemasolevaid õppekavasid hinnatakse väga erinevalt. Peamiseks probleemiks on kommunikatsiooni puudulikus ülikooli ja ettevõtluse vahel ja riigi passiivne roll selle edendamisel.

Ülikooli rolli nähakse väga erinevalt ja kuni ülikool eesmärgiks on eelkõige enese taastootmine ei ole ettevõtluse jaoks sobiva tööjõu tootmine tõenäoline.

Kokkuvõtlikult võib öelda, et kõik intervjueeritavad leidsid, et ülikoolide ja ettevõtluse vahelist kommunikatsiooni võiks kindlasti parandada ja et hetkel ei ole see piisav. Kui ülikooli esindajad väitsid, et ettevõtetel ei ole head ülevaadet oma sektori vajadustest, siis samas ettevõtjad väitsid, et nende vajadusi ei võeta piisavalt kuulda. Ettevõtjate arvates ei ole praegune tööturg optimaalne võimalikult kiireks teadmistepõhise majanduse kasvuks. Ülikooli esindajate tugevaks arvamuseks oli see, et ülikooli roll ei olegi toota tulevasi töötajaid ettevõtete jaoks, vaid hoopis iseenda jätkusuutliku kasvu tagamine. Nad nägid ülikooli pigem kui teadmistepõhiseid asutusi, mis annavad üliõpilastele kriitiliste mõtlemise oskuse, analüüsivõime ja võimaluse teha teadustööd. Nii riigi kui ka ülikooli esindajate arvates on ülikooli roll niivõrd juurdunud, et selle muutmine võtaks arvatavasti väga pikka aega. Sellest tulenevalt on juba iseenesest võimatu, et aeglaselt muutuv ülikool suudaks kohaneda tööstuse kiirelt vahelduvate vajadustega. Loodusteaduste lõpetajate üleproduktseerimist just valdavalt bakalaureuse tasemel nähakse kui paratamatust kõikide intervjueeritavate poolt. Ülikooli esindajad tõid välja, et kuna ülikooli arengu jaoks on oluline tagada doktorikraadi lõpetajate stabiilne arv on paraku vaja bakalaureuse tasemesse vastu võtta piisavalt palju üliõpilasi kellest osad läheksid edasi magistriõppesse ja siis väga vähesed edasi doktoriõppesse ning siis vähemasti üks neist doktoriõpingud ka lõpetaks. Riigi ja ülikooli esindajad rõhutasid ka üleliigsete lõpetajate rolli teadusmahukate ettevõtete asutamises. Intervjuudest võiski aru saada, et peamiseks viisiks kuidas edendada biotehnoloogia ettevõtete teket on koolitada võimalikult spetsialiseerunud teadlasi, kellel ei ole võimalik erinevate piirangute pärast jätkata tööd ülikoolis ja kes on seeläbi sunnitud alustama teadusliku tegevusega väljaspool ülikooli. Sellise strateegia ratsionaalsuse hindamine jääb järgmisesse peatükki. Kõik intervjueeritavad tõid välja Eesti väiksuse kui limiteeriva faktori. Samuti on kõikidel intervjueeritavatel ühtne arusaam integreeritud hariduse vajadusest.

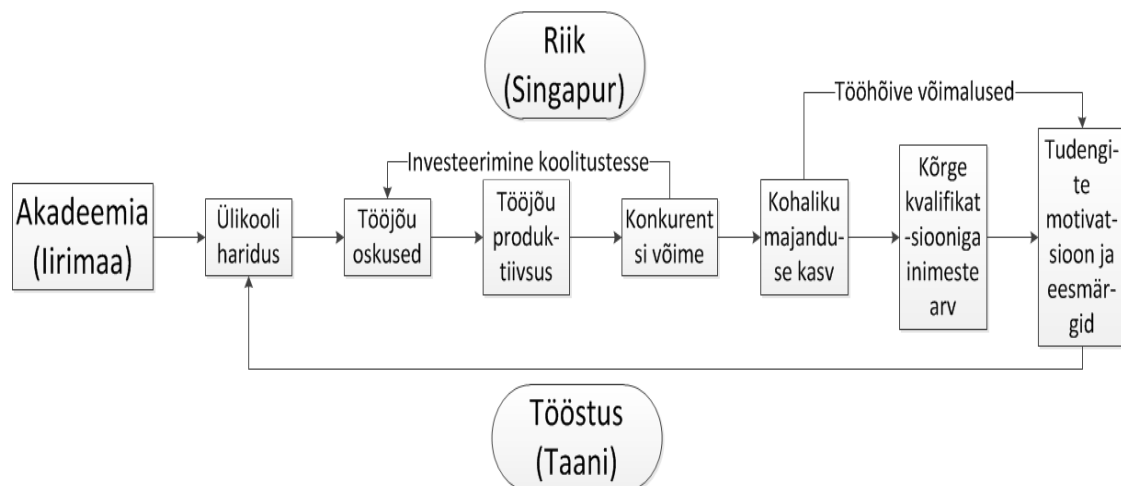
2.4 Järeldused ja sellest tulenevad soovitusel

Huvitav on märkida, et selle töö raames välja toodud probleemid on välja toodud ka varasemates raportites. Enamus biotehnoloogia sektorit käsitlevad aruanded toovad välja tööjõu tugevalt akadeemilise tausta mis ei pruugi sobida ettevõtluse konteksti. Ka üldisemas plaanis on tööhõive vastavas nõudlusele olnud Eestis probleemiks juba üle kümne aasta. Eesti Inimarengu Aruandes (2001) seisab: „Kuna nõudlus kõrghariduse järele on Eestis kõrge ning nende õppeasutuste arengut soosivate sotsiaalses hierarhias kõrgemal paiknevate kihtide poliitiline mõjuvõim suur, siis eelistatakse riiklikke vahendeid paigutada just kõrghariduse arengusse, kuigi mõttekam oleks seda kulutada töökohtade loomiseks madalama haridustasemega inimestele ja just nende õppimisvõimaluste parandamiseks. Üksikisiku jaoks võib haridustasemele mittevastav töö kaasa tuua pettumise, frustratsiooni. Ka Eestis läbi viidud uuringud on näidanud, et tööga rahulolu sõltub vägagi oluliselt sellest, kas haridustase ja töö on kooskõlas. Mitmetes publikatsioonides on viidatud sotsiaalse ressursi (inimeste) primitiivsele kasutamisoskusele Eesti ühiskonnas. Näiteks on leitud, et ligikaudu pool elanikkonnast leiab väheefektiivset rakendust (vt Pettai, 1998). Samas, Eesti arengu jätkusuutlikkuse tagamine eeldab olemasoleva hariduspotentsiaali võimalikult efektiivset kasutamist. See on tähtis nii ühiskonna kui terviku kui ka üksikindiviidide arengu seisukohalt.“ Eesti inimarengu aruanne, 2001.

Läbi „Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia“ vastu võtmise on üritatud tegeleda sektori kitsaskohtadega. Sellega seondult on riiklikus koolitustellimuses rõhku pandud loodus- ja täppisteadmiste arengule. Samas tuleb küsida, kas koolitades võimalikult palju bakalaureuse, magistri või siis doktori kraadiga inimesi antud teaduste vallas annab Eesti majanduskasvule eelise? Põhiliseks argumendiks antud strateegiale on olnud teiste Euroopa ja just Skandinaaviariikide suur panus teadusesse. Samas vaadates eelnevalt kirjeldatud Singapuri, Taani ja Iirimaa biotehnoloogia mudeleid, mis kirjeldavad kuidas ülikoolist alguse saav tööjõud mõjutab majanduse arengut ja siis omakorda tagasiulatuvalt uuesti haridust, ei ole suur panus teadusesse alati taganud sektori edukust. Hinnates Euroopa Innovatsiooni Tulemustabelit silmas pidades on Singapur ja Taani innovatsiooni liidrid, samas kui Iirimaa ja Eesti on on innovatsiooni järgnejad. Singapuri teebki eriliseks see, et riigil oli suur roll nii hariduse, kui ka tööstuse arengus. Panustati rahvusvaheliste ettevõtete

tööstuse toomisele riiki ja tööstuse toimimiseks vajamineva rakendusharidusse, või siis tehnilise haridusega tööjõu tootmisesse. Riigi viie aasta plaanid tekitasid olukorra, kus teadlikult valiti rahvusvahelise tööstuse jaoks ideaalse infrastruktuuri ja inimvara tootmine. Taanis teiselt poolt ei tulnud sarnane initsiatiiv mitte riigilt, vaid tööstuselt endalt. Kuna Taanis on piisavalt pika ajalooga biotehnoloogia ettevõtteid, on õpitud tegema koostööd ülikoolide ja tööstuse vahel, mis oleks kasumlik mõlemale. Ülikoolidel on teada tööstuse inimvara vajadused ja neid võetakse ka õppekavasid koostades arvesse. Tudengitele pakutakse piisavalt kollaboratsiooni võimalusi, mis valmistavad neid ette tulevasteks karjääri võimalusteks. Eestiga oluliselt sarnasem on aga situatsioon Iirimaaal kus teadususesse panustatakse väga tugevalt. Riigil on väga hea akadeemilise hariduse taust, ning ülikooli lõpetajaid koolitatakse silmas pidades ülikooli võimekust, ning oluliselt vähemal määral tööstuse vajadusi. Siinkohal peaks läbi riikide võrdluse ilmsiks tulema fakt, et ilma ülikoolide ja tööstuse omavahelise koostööta ei ole võimalik liikuda innovatsiooni järgneja tasemelt innovatsiooni liidriteks. Nagu intervjuueeritavad ka mainisid, on noorel riigil nagu Eesti kindlasti palju õppida teiste riikide näidete põhjal. Paraku ei ole kõik riigid ühtviisi edukad ja riikide strateegia on vägagi erinev. Tähtis on valmisolek pidevaks muutuseks, mis võimaldaks reageerida optimaalselt tööstuse vajadustele võttes arvesse ülikoolide suutlikust.

Kui Singapuri puhul on riik olnud tugevaks mõjutajaks alates nende iseseisvumisest aastal 1965, siis nagu eelpool mainitud, on Iirimaaal jällegi tugev akadeemiline traditsioon. Ka Eestis on ülikoolid läbi aastate dikteerinud teadusmaastikku. Võib öelda, et mõlema riigi puhul on tegu tugeva rajasõltuvusega. Tänu meie traditsioonidele on väga raske leida uusi teid hariduse ümbermõtestamiseks. Ülikoolid pakuvad akadeemilist haridust, sest on olemas piisavalt palju teadlasi, teadusasutusi ja rahalisi võimalusi tegelemaks teadusega, mille peamiseks väljundiks on publikatsioonid. Nagu esimeses peatükis kirjeldatud, saavad uued ideed areneda vaid keskkonnas mis on neile soodne. Uudsed lahendused on võimalikud vaid juhul, kui nad sobivad olemasolevasse raamistikku ja kui neid saab rakendada omades ligipääsetavaid teadmisi. Ülevaadet kolmest riigist pakub Joonis 2.16.



Joonis 2.16 Kokkuvõttev joonis Iirimaa, Taani ja Singapuri tööjõu mudelitest. Autori koostatud, Bradley ja Taylor (2006) alusel.

Esimeses peatükis sai kirjeldatud ülikooli rolli muutust läbi aja. Kui esimeseks funktsiooniks oli ülikool, kui õpetamise asutus ja teine ülikool, kui teaduse asutus, siis nüüdseks on juurde tulnud ülikoolil ka teaduslike tulemuste kommersialiseerija roll. Vaadates küsimustike ja intervjuude tulemusi võib arutleda selle üle, mis staadiumis on hetkel Eesti kõrgharidusasutused. Inimvara nähakse kui olulist ja pidevat sidet ülikooli ja tööstuse vahel, kuid sellele ei ole omistatud väga suurt olulisust teaduse kommersialiseerimises. Samas on teaduse kommersialiseerimine tegelikult teostatav just läbi inimeste, kes on ülikoolis kas tudengi, teaduri või mõnes muus rollis. Selleks, et ülikool saaks edukalt täita oma kolmandat funktsiooni on oluline anda inimestele haridus, mis seda võimaldaks. Paraku on Eestis hetkel antav haridus selles osas suhteliselt puudulik (Kask, 2011). Kuigi ülikoolid näevad oma kohustust teadmispõhise majanduse arengu ees, ei toimu see pigem mitte läbi kollaboratsiooni ettevõtetega, vaid pigem läbi ülikooli lõpetajate ületootmise. Koolitades rohkem inimesi kui neil endil oleks võimalik teadusesse kaasata pakutakse aluspinda tulevastele kõrgtehnoloogiliste ettevõtete juhtidele ja töötajatele. Siinkohal tuleb välja paradoks, et sellised inimesed kes hetkel lõpetavad elusteaduste õppesuundi meie ülikoolides, ei ole võimalik alati rakendada ettevõtete ülesehitamisesse. Ülikoolide teadlik strateegia tundub olevat koolitada vähemalt nii palju doktori kraadiga inimesi, et tagada oma jätkusuutlik areng ja ka nõudlus, mis tekib teadusmahuka majanduse kasvades (Kalm,

2011). Paraku ei ole need kaks asja võrreldavad. Inimesel, kes peaks hästi hakkama saama ülikoolis ja inimesel, kes peaks olema edukas ettevõtluses on kaasa antavad teadmised tegelikult siiski on väga erinevad. Kui ülikoolis hinnatakse pigem iseseisva töö oskust, konkurentsivalmidust ja võimet enda ressursse ise juhtida, siis ettevõtetes on äärmiselt vajalik näiteks koostöö oskus. Valdav osa hetkel Eestis biotehnoloogia valdkonnas tegutsevatest inimestest on saanud tugeva akadeemilise hariduse. See võib olla samas üheks faktoriks, mis on tegelikult pärssinud teadusmahuka majanduse arengut. Eesti ettevõtetes on hetkel kõige suurem puudus inimestest, kes oleksid head teadustulemuste interpreteerimises ja nende kommertsliku väärtuse hindamises ehk siis müügis (Rebane, 2011). Paraku Eestis antav haridus ei hõlma neid aspekte. Väga tugevalt on rõhutatud iseloomujoonte olulisust inimeste tulevikukarjääri võimalustes. Samas ei ole siiski võimalik jääda lootma sellele, et näiteks oskus müüa tuleb ainult inimese iseloomust. Maailma tippülikoolides pannakse rõhku ettevõtluse edendamisele läbi erinevate projektide ja meeskonnatööde, mis peaksid arendama inimestes kommunikatsiooni ja koostöö oskust. Eesti ülikoolides on peaaegu 100% kõik ained siiski antud loengu vormis. Kuigi intervjueeritavad ülikooli esindajad olid nõus, et see on üks asjadest mida võiks tulevikus muuta, toodi välja, et kõrgharidusasutuste puhul on tegu väga konservatiivsete organisatsioonidega. Loengupidajad on pidanud loenguid alati ühte moodi ja neid ei taheta eriti muuta (Burk, 2011). Samas on sadadele inimesele antavat loengut ka suhteliselt raske muuta interaktiivseks. Kuigi nooremad või siis välismaalt tulnud lektorid kasutavad ka muid meetodeid teadmiste edasi andmiseks, esineb seda siiski suhteliselt vähe. Hinnates Eesti ülikoolide hetkepositsiooni võib kindlalt väita, et meie ülikoolid ei ole omandanud funktsiooni teadmiste kommertsiliseerijana ja ühiskonna huvide eest seisjana

Kuigi ülikooli siseselt võib riiklik koolitustellimus olla samastatav panusega teadusesse, ei ole see siiski üks ja seesama. Kuna ülikool ei tooda mitte ainult tippspetsialiste, vaid ka näiteks lõpetajaid, kes ei plaani jääda ülikooli juurde ja piirduvad kõigest bakalaureuse kraadiga on neil kohustus anda ka laialdasemat haridust, mis võimaldab küll vähemat spetsialiseerumise määra, kuid on siiski kasuks liitumisel tööturuga. Ülikoolidel on täiesti teadlikult kaks erinevat funktsiooni – üks neist on anda oma lõpetajatele kriitilise ja analüütilise mõtlemise oskus ja teine on koolitada spetsialiseerunud teadlasi kes ideaalis jääksidki ülikooli juurde, kuid võimalik, et ka

alustaksid oma kõrgtehnoloogiliste ettevõtetega. Oluline on teha nende kahe vahel vahet. Kui riik investeerib teaduspõhisesse majandusse läbi riikliku koolitustellimuse siis tegelikult seda vahet ei nähta ja juba bakalaureusetaseme tudengitelt oodatakse, et nad oleksid võimelised omama ülevaadet teadusest või siis tegelema kõrgtehnoloogilise ettevõtlusega. Samas, riigi jaoks on oluline, et ülikooli lõpetajad toovad kaasa endaga lisandväärtust ja neil on oluliselt väiksem tõenäosus jääda töötuks. Kuigi hetkel toimiv süsteem on kasumlik nii ülikoolidele, kui ka riigile on siiski ilmne, et tööstuse jaoks on raske leida Eesti ülikoolide seast just õigeid töötajaid ja ka *spin-offide* arvukus Eesti biotehnoloogias võiks olla kõrgem. Kuna Eestis ei ole keskerihariduse traditsioon väga tugev siis oodatakse ettevõtetes magistri kraadiga tudengitelt tihti tehnilisi teadmisi mis võimaldaksid olla sisuliselt tehniku rollis. Kuna tudengitele on pigem antud haridus mis on valmistanud neid ette teadlase rolliks ilmneb siinkohal konflikt. Kui ülikool koolitab endale järelkasvuks teadlasi, siis tegelikult tekitab see puudujäägi inimestest kes oleksid kas laialdaste bioloogia alaste teadmistega (mis hõlmaks ka teadmisi näiteks turustamisest ja intellektuaalsest omandist) ja kes oleksid piisavalt paindlikud selleks, et hakkama saada erinevatel positsioonidel ettevõtte siseselt või siis näiteks erinevatele meetoditele spetsialiseerunud tehnikutest. Hetkel pakutav haridus on liialt spetsialiseerunud just loodusteaduste teoreetilistele aspektile ja üliõpilastele antav ülevaade elusteaduste ja teiste distsipliinide puutekohtades tekkivatest võimalustest on väga puudulik. Kokkuvõtlikult võib öelda, et keskendudes vaid iseenda järelkasvu tootmisele on Eesti ülikoolide poolt pakutav haridus liialt akadeemiline.

Samas tuleb tõdeda ka seda, et kui Eesti biotehnoloogia ettevõtetes töötab ligikaudu 400 inimest ja ainuüksi Tartu Ülikoolis õpib loodus- ja tehnoloogia teaduskonnas 2300 üliõpilast, siis mõneti on antud areng olnud ka arusaadav. Eesti biotehnoloogia sektor on väga väike ja olemasolevad ettevõtted ei ole piisavalt mahukad selleks, et tekitada tegelikult mingit tööstuse poolt tulevat nõudlust. Samuti on ka paratamatuseks see, et enamik biotehnoloogia ettevõtete tegevjuhte või siis teadusjuhte omavad jätkuvalt ka positsiooni ülikoolis ja seega on neil kahe erineva poole huve teineteisest raske eristada. Oma väiksuse tõttu on Eesti teadus paratamatult staar-teadlaste põhine ja täpselt sama peegeldub ka biotehnoloogia ettevõtetes. Mõned suuremad ettevõtted on suutnud läbi lüüa maailmaturul ja on jätkuvalt kasumlikud. Eesti ligi 40st ettevõttest on neid marginaalne osa ja nende jaoks ei ole probleemiks ka töötajate kohapealne koolitamine.

Ülejäänud ettevõtted ei ole piisavalt tugevad selleks, et astuda dialoogi ülikoolidega hariduse muutmise suunal. Üheks võimaluseks siinkohal oleks loomulikult erialased liidud, kuid jätkuvalt tuleb rõhutada, et Eesti biotehnoloogia ettevõtted on väga tugevas vähemuses võrreldes ülikoolis tehtava teadusega ja seega nende vajadusi peetakse paratamatult vähem tähtsateks.

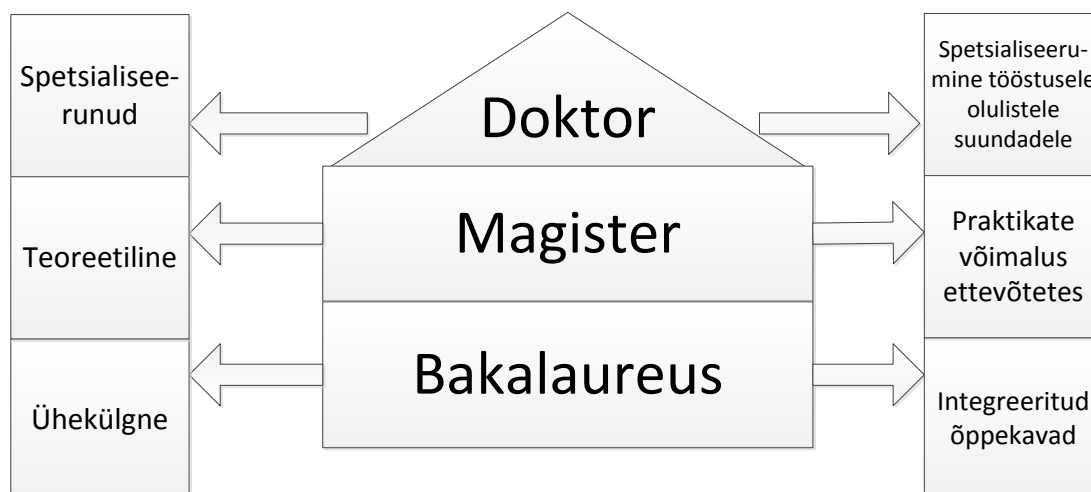
Eesti innovatsioonisüsteem on kindlasti paremini kirjeldatav süsteemse mudeliga kui näiteks interaktiivse mudeliga mille alusel on erinevate organisatsioonide siseselt on olemas interaktsioonid ja innovatsiooni panustavad erinevad osapooled seda teineteisega kooskõlastades. Kuigi ka riiklik innovatsioonisüsteem võimaldab head alust Eesti biotehnoloogiast ülevaate saamiseks, on nii kõrgtehnoloogilised ettevõtted kui ka ülikoolid muutumas ühe rahvusvahelisemaks ja seega on omavahelised koostöö seosed ammu ületanud riiklikud piirid. Antud uurimus keskendus just ülikoolide ja tööstuse vahelistele sidemetele ja paraku võib tulemuste põhjal öelda, et nende kahe osapoolte vahel on suhteid ja sidemeid suhteliselt vähe. Kuigi riik on endale võtnud konsulteerija ja raamistiku pakkuja rolli, on riigi ja ülikoolide vahelised suhted suhteliselt kauged. Läbi riikliku koolitustellimuse ja ülikoolide seadusandluse omatakse küll otsest mõju ülikoolide arengule, kuid lõplikud otsused on siiski vaid ülikoolide enda poolt läbi viidavad. Samuti puudub tagasihaarde mehhanism. Üldiselt võib öelda, et vaatamata väga suurele loodusteaduste lõpetajate arvule ja väga väiksele biotehnoloogia sektoris töötavate inimeste arvule ei ole see see probleemiks kummalegi osapooltele. Peamisteks puudujääkideks võib pigem pidada ülikoolide eraldatust ettevõtlusest ja liialt akadeemilist haridus. Kuna ülikoolide peamiseks missiooniks on taastoota iseennast, siis paraku ei ole see peale ülikooli kasumlik teistele osapooltele.

Käesolev uuring keskendus ülikoolide ja ettevõtluse seosele biotehnoloogia sektoris inimressursside aspektis. Peamised probleemsed kohad, mida võib töö põhjal välja tuua on järgmised:

- Haridus on liiga akadeemiline;
- Ülikoolid ei võta arvesse tööstuse vajadusi;
- Puudus inimestest, kellel oleks taust nii ärijuhtimises kui ka teadustes;

- Puudus inimestest, kellel oleks spetsialiseerumine ettevõtlusele olulises suunas;
- Ettevõtluse ja ülikoolide planeerimis-tsüklite sobitamatus;
- Puudub selge ülevaade ettevõtete vajadustest;
- Ülikooli roll ei ole kooskõlas tema rolliga sotsiaalsete muutuste edendajana;
- Ülikool ei anna lõpetajatele praktilisi oskusi tööturule sisenemiseks.

Selleks, et parandada ülikooli ja ettevõtete vahelist koostööd on kasutusele võetud mitmeid meetmeid. Sihtasutus Eesti Teadusfond pakub grante järel doktorantuuri tegemiseks Eestis tehes seeläbi järel doktori noortele teadlastele rahaliselt rohkem huvipakkuvaks. Samuti pakub sihtasutus Archimedes võimalust omandada doktorikraad koostöös ettevõtetega. Ka õppekavad on läbi aja muutunud, rõhutamaks praktilist ettevõtlusväljundit. Üha rohkem pakutakse õppeaineid mis on seotud majandusega üldisemalt või siis projektikirjutamisega ja mis on suunatud loodusteaduste üliõpilastele. Samuti antakse loodusteadustest ka ülevaadet majandusteadlastele. Tähelepanu on pöörama hakatud ka intellektuaalse vara ainetele. Paraku ei ole need ained siiski jätkuvalt kohustuslikuks osaks baasõppest ja neid antakse pigem kas magistri- või doktoritasemega üliõpilastele. Samuti on probleeme heade loengupidajate leidmisega. Tihti on õppeained liiga teoreetilised ja ei haaku ettevõtlusega, mitte huvitavad üliõpilaste jaoks ja ei kanna oma sõnumit edukalt edasi. Hariduse rahvusvahelistumine on üha rohkem edendatud, kuid paraku on välislektorite või siis välisteadlaste sisse toomine jätkuvalt väga kallis ja mitte alati võimalik. Kuigi läbi Euroopa Liidu raamprogrammide on võimalik taotleda toetust ainete edendamiseks või siis koostöö tegemiseks teiste ülikoolidega, ei ole antud meetmed piisavad. Samas tuleb välja tuua, et rahvusvahelistest võrgustikest osa võtmine on osutunud äärmiselt tõhusaks viisiks nii hariduse, ettevõtluse kui ka nende omavahelise seose edendamiseks.



Joonis 2.17 Eesti haridussüsteemi probleemid (vasakus tulbas) ja võimalikud lahendused (paremas tulbas).

Joonis 2.17 annab põgusa ülevaate probleemidest mis esinevad haridussüsteemis ja mis omakorda mõjutavad tööjõu vastavust ettevõtete vajadustega. Varasemalt on välja toodud, et Eesti ülikoolides pakutakse liiga akadeemilist haridust. Eelkõige on see probleemiks doktori tasemel. Samas, kui spetsialiseerumine oleks just sellel suunal mis on oluline ka tööstusele, võib akadeemiliste teadmiste olemasolu siiski kasutust leida. Kui magistri tasemel on haridus liiga teoreetiline, siis seda saaks parandada praktikate läbiviimisega ettevõtetes või siis magistritöö kirjutamisega ettevõttes esineva probleemi põhjal. Bakalaureuseõpet saab aga mitmekülsemaks muuta läbi integreeritud õppekavade. Kõikide probleemide ja võimalike lahenduste peamiseks võtmekomponendiks on koostöö ülikooli ja ettevõtluse vahel ja selleks riigi poolt võimaldatud soosiv keskkond.

Eesti Biotehnoloogia Programmi (2009) raames on valdkonna arendamiseks välja toodud neli meetet. Tehnoloogiasirde toetamise, T&A toetamise ja ühistegevuse ning väärtust lisavate teenuste toetamise kõrval on eraldi välja toodud ka T&A inimressursi arendamine. Eelkõige keskendutakse doktoriõppe edendamisele. Selle alla loetakse nii välisdoktorantuuri rahastamist, välisdoktorantide koolitamist Eestis kui ka koostööd ettevõtetega. Samuti toetatakse mobiilsust üldiselt ja seda nii teadlaste, spetsialistide kui ka üliõpilaste puhul. Programmis tuuakse välja ka õppekavade arendus ja

spetsialistide kaasamine õppetöösse. Kui võrrelda programmis välja toodud antud töö tulemustega siis need ühtivad paljudes aspektides. Esiteks on arusaadav, et sektori arenguks on vajalikud muudatused riiklikus strateegias. Biotehnoloogia on saanud Eesti teaduse võtmealaks ja selle edendamiseks tuleb luua võimalikult soodsad tingimused riiklikul tasandil.

Doktorantide toetuste tõstmine on ääretult oluline selleks, et värskest magistrikraadi omandanud noored üldse kaaluksid enese sidumist neljaks aastaks ülikooliga. Nagu eelnevalt mainitud, on doktorandi palk oluliselt väiksem võrreldes tööstuses pakutuga ja samas on töökoormus osati suurem. Selleks, et jõuda Haridus- ja Teadusministeeriumi poolt eesmärgiks seatud 300 doktorikraadiga lõpetajani aastas on kindlasti vajalikud meetmed doktorantuuri populariseerimiseks.

Nii õppekavade arendamine kui spetsialistide mobiilsus, mis on välja toodud biotehnoloogia programmi poolt (ibid.), on ääretult olulised koostöö tugevdamiseks ja edukaks osalemiseks teadus ja biotehnoloogia võrgustikes. Spetsialistide sisse toomine välisriikidest ja koostöö teiste ülikoolidega nii Eestis kui ka väljaspool on samuti oluliseks viisiks anda väiksele riigile nagu Eesti võimalus osaleda teaduses ja innovatsioonis maailma tasemel. Kuigi Tartu Ülikoolis on näiteks 18 000 üliõpilast, ei ole see siiski piisav, selleks et luua isemajandavat teaduskeskust. Praktikumide läbiviimine ja interdistsiplinaarsed õppekavad panustavad koostöö tekkimisele tööstusega, ning eriti konkreetsed ained mis on ettevõtjate või spetsialistide poolt loetud annavad võimaluse tudengitele juba enne ülikooli lõpetamist saada aimu biotehnoloogia tööstusest. Nagu eelnevalt mainitud on ülikooli sisesed muutused väga aeganõudvad ja seetõttu on oluline, et kommunikatsioon tööstuse ja ülikoolide vahel oleks pidev ja võimalik juba alates planeerimise staadiumist. Ettevõtete esindajad peaksid olema kaasatud ülikooli strateegiate arutellu ja andma omapoolse panuse, et ülikooli õppekavad oleksid võimalikult optimaalsed võttes arvesse seda, et ülikoolid ei koolita ainult järelkasvu iseendale, vaid ka tulevast tööjõudu. Vahendamaks teadust ja tööstust on ääretult olulised teaduspargid, inkubatsioonikeskused ja muud organisatsioonid millel on tugevad kontaktid mõlema osapoolega. Säilitamiseks ja arendamiseks suhteid ülikoolide ja tööstuse vahel on vajalik taoliste asutuste pidev toetamine nii tööstuse ja ülikooli, kui ka riigi poolt.

Ühe inimvaraga seotud meetme eesmärgiks on biotehnoloogia programmis seatud inimressursi täiendamine ja kõrge teadusliku tasemega institutsioonide loomine. Võttes arvesse eelnevalt kirjeldatud innovatsioonimudeleid on teada, et uue teadmuse loomiseks ning selleks, et teadmusest tõuseks ka kommertslik kasu on vajalik kriitilise inimvara olemasolu Baldwin (1993). Eesti tingimustes on seda tegelikult paratamatult suhteline raske saavutada. Nagu eelnevalt mainitud on Eestis ligi 300 tudengit elusteaduste magistri- või doktoriõppes, samal ajal kui biotehnoloogia ettevõtetes on kõigest ligi 400 töötajat. Väikese riigi kohta on meie ülikoolide poolt pakutav haridus täiesti konkurentsivõimeline (mida kinnitavad ka kõik kuus intervjuueeritavat), samas tööstussektor, kus on alla 500 inimese, on paraku rahvusvahelisel turul suhteliselt piiratud võimalustega. Nagu eelnevalt mainitud on üheks väga oluliseks aspektiks koostöö ülikoolide ja ettevõtluse vahel, kuid samas on võimalik näiteks ka uuringute viimine ülikooli juurest tööstusesse. Hetkel on väga suur protsent Eesti biotehnoloogia valdkonnast tugevalt seotud ülikoolidega ja seetõttu on ka *spin-off* ettevõtted ja muud uued organisatsioonid või projektid ikkagi tugevalt mõjutatud nii akadeemilisest tööstiilist kui ka prioriteetidest. Nagu tõid välja ka paljud intervjuueeritavad, puuduvad Eesti ettevõtjatel kogemused turunduses ja rahvusvahelises ärijuhtimises puhtalt sellel põhjusel, et ettevõtted on juhitud akadeemikute poolt.

Kuigi biotehnoloogia on märgitud võtmevaldkonnaks on tegeletud üllatavalt vähe sektori analüüsimisega. Viimane ülevaade Eesti biotehnoloogiast pärineb aastast 2008 (Eesti Biotehnoloogia strateegia 2008-2013). Biotehnoloogia on väga dünaamiline sektor ja ülevaated sellest peaksid olema võimalikud mõne aastaste intervallidega. Eesti Biotehnoloogia Liit on katusorganisatsiooniks antud sektoris tegevatele ettevõtetele ja seega peaks tagama juurdepääsu ülevaatele sektorist.

Üheks palju kõne all olevaks eripäraks Eesti tööstuses üldiselt on suhteliselt madal arv töötajaid, kelle oleks rakenduslik kõrgharidus. Hetkel on paljud biotehnoloogia laborites rutiinset tööd tegevad inimesed kas bakalaureuse- või magistrikraadiga. Tihtipeale on ettevõtetes vajaminevad oskused praktilist laadi ja seega suhteliselt puudulikud ülikoolist värvatud tööjõus. Ülikoolides õpetatavad meetodid on tihti aegunud ja seega ei võimalda ligipääsu kõige uuematele oskustele. Tööstuses kasutatavad meetodid

erinevad osati teaduslikest meetoditest ning ülikooli lõpetajad võivad vajada lisakoolitust selleks, et omandada tööstuse jaoks olulised teadmised.

Võttes arvesse teiste riikide kogemusi, eelnevaid biotehnoloogia sektori raporteid ja antud töö raames läbi viidud intervjuude ja küsimustiku tulemusi, on Eesti inimara situatsiooni parandamiseks biotehnoloogia sektoris on antud töö raames välja pakkuda järgmised lahendused:

Koostöö:

- Võrgustike tugevdamine;
- Ettevõtete esindajate kaasamine ülikooli strateegiate arutamisesse;
- Turunduse ja rahvusvahelise ärijuhtimise kogemustega spetsialistide sisse toomine väljastpoolt Eestit ;
- Koostöö suurendamine teiste ülikoolidega;
- Teadusparkide, inkubatsioonikeskuste ja muude teaduse vahendajate rolli tugevdamine;
- Praktikumide läbi viimine koostöös ettevõtetega;
- Interdistsiplinaarsed õppekavad;
- Ained, mis keskenduvad ettevõtlusele ja mida annavad ettevõtjad.

Muud meetmed:

- Sektoripõhised analüüsid;
- Muutused riiklikus strateegias;
- Doktorantide toetuse tõstmine;
- Teaduse populariseerimine keskkoolis;
- Kaasaegsete meetodite kasutamine ülikoolis;
- Rakendushariduse tõhustamine.

Koostöö on toodud välja eraldi soovitusena, sest just omavahelisest kommunikatsioonist ja teineteise vajaduste arusaamisest saab arenev sektor kõige enam kasu. Võrgustike all on mõeldud nii rahvusvahelisi biotehnoloogia sektori siseseid võrgustikke, kui ka Eesti

sees toimivaid ülikoole ja ettevõtteid ühendavaid võrgustikke. Koostöö suurendamine teiste ülikoolidega aitab kaasa teadlaste mobiilsusele ja võib olla ka viisiks kuidas Eesti ettevõtted saaksid endale lubada konsultatsioone kogenud teaduse turundamisega tegelenud professionaalidega. Ettevõtete ja ülikoolide esindajate vahel peaks kindlasti olem aktiivsem dialoog. Hetkel on peamiseks probleemiks välja toodud töörütmi sobimatus, kuid kui ettevõtete esindajad oleksid ka ülikooli nõukogus suudaksid nad paremini aru saada võimalustest kuidas kahte süsteemi ühildada. Interdistsiplinaarseid õppekavasid peavad oluliseks kõik osapooled. Interdistsiplinaarsus ei pea tulema ainult erinevate teaduskondade koostööst, vaid võib seisneda hoopiski ettevõtluse ja ülikoolide koostöö projektides kus üliõpilased saavad kogeda T&A praktikaid ka akadeemiast väljaspool.

Selleks, et paremini aru saada sektori vajadustest on vajalikud põhjalikud sektoriaalsed analüüsid mis võimaldaksid muuta riikliku strateegiat võimalikult optimaalselt. Palju on mainitud asjaolu, et keskkoolis on teadused suhteliselt ebapopulaarsed ja seetõttu jääb ülikoolile ka baasteadmiste edastaja roll. Parem ettevalmistus keskkoolis vähendaks ka hilisema hariduse puudujääke. Eelnevalt on räägitud ka rakendushariduse tõhustamisest. Ettevõtetel on tihti just puudus inimestest kes oleksid tuttavad uusimate meetoditega ja võimelised tegema laboratoorset tööd. Hetkel pakutav haridus suhteliselt akadeemiline ja seega pakub tudengitele vähem ettevõtlusele sobivaid oskusi ja teadmisi.

Kokkuvõtlikult võib öelda, et Eesti biotehnoloogia sektor on tugevasti mõjutatud Eesti, kui väikeriigi piirangutest. Kuna tegu on väga väikese sektoriga, millel on olnud alati väga tugev seos akadeemiaga, siis üheks peamiseks probleemiks on puudus inimestest, kellel oleksid oskused ja kogemused teaduse kommertsialiseerimises. Paraku ei ole ülikoolide poolt pakutavad õppekavad kujundatud biotehnoloogia tööstuse vajadusi silmas pidades. Tihti puuduvad lõpetajatel teadmised ettevõtlusest ja ka ülevaade antud sektorist ning ülikoolist saadud teadmised on tugevalt teoreetilist laadi. Ülikoolid on juba praegu seadnud prioriteediks interaktiivsed õppekavad ja tugevalt panustatakse teadusparkidele ja muudele organisatsioonidele, mis edendaksid ülikoolide ja ettevõtluse koostööd. Biotehnoloogia on seatud Eestis võtmevaldkonnaks ja seega on tegu hetkel aktiivselt arendatava sektoriga. Peale biotehnoloogia programmi lõppemist on huvitav analüüsida biotehnoloogia arengut programmi toimumise vahemikus.

KOKKUVÕTE

Antud töö eesmärgiks oli anda soovitusi edendamaks ülikooli rolli tööstuse jaoks vajaliku inimvara tootmiseks Eesti biotehnoloogia sektoris. Esimene peatükk andis ülevaate kirjandusest mis tegeleb innovatsiooni mudelitega ja ülikooli rolliga inimvara tootjana. Keskenduti ülikooli ja ettevõtluse vahelistele sidemetele ja teadmuste siirdele. Võrreldi erinevaid riiklike innovatsioonistrateegiaid leidmaks parimat mudelit kõrgtehnoloogilisele sektorile nagu biotehnoloogia. Teine peatükk andis ülevaate Eesti biotehnoloogia ettevõtlusest, kõrgharidusest antud sektoris ja varasematest uuringutest. Empiiriline analüüs sisaldas endas ettevõtetes läbiviidud küsitlust ja intervjuusid inimestega, kes puutuvad kokku Eesti biotehnoloogia sektori inimkapitali probleemidega.

Töö eesmärgi saavutamiseks oli püstitatud 9 uurimisülesannet, mis ka täideti. Peamise töö tulemina võib öelda, et Eestis pakutav biotehnoloogiaga haakuv haridus on liialt akadeemiline. Ülikooli ja ettevõtluse vahel on tänu erinevatele põhjustele äärmiselt puudulik koostöö ja riik ei näe endal rolli selle koostöö tugevdamisel. Ei võeta arvesse teiste osapoolte vajadusi ning puudub üldine visioon tuleviku suhtes. Kuigi biotehnoloogia on üheks prioriteetseks valdkonnaks, ei ole riiklik strateegia siiski suutnud parandada antud olukorda. Välja on pakutud erinevaid rahastamise võimalusi, kuid kuni raha ei ole kasutatud sihtotstarbeliselt ei ole võimalik puhtalt finantseeringut suurendades olukorda muuta.

Antud töö pakkus välja eelkõige koostöö edendamist kui võimalust sektori arengut parandada. Koostöö võib seisneda nii uute võrgustike loomises kui aktiivsemas osalemises juba loodud organisatsioonides. Oluline on ka mitteformaalne suhtlus tänu millele saadaks parem ülevaade sektorist ja selle probleemsetest kohtadest. Intervjuude

põhjal selgus, et koostöö puudumisel nähakse mitmeid põhjuseid. Akadeemia ja tööstus on fundamentaalselt erinevad maailmad ja kuna Eestis on ülikoolid pikemaajalise traditsiooniga kui ettevõtted, siis on raske ette kujutada ülikooletegelemas ettevõtete probleemidega. Samas ka riik ei näe endal kohustust muuta olemasolevat struktuuri. Näiteks riiklike koolitustellimusi muudetakse suhteliselt vähe ja ei võeta arvesse seda, mis on saanud lõpetajatega peale ülikoolist lahkumist. Ülikoolil nähakse ainult akadeemilise asutuse rolli ja ei seostata seda inimvara tootjana ettevõtluse jaoks. Ettevõtetel on puudus nii rutiinse töö tegijatest, kui ka tippspetsialistidest kes oleksid pädevad mitmel erialal. Näiteks kas teaduse ja turunduse, või siis teaduse ja õiguse alal. Selliste spetsialistide tootmine tegelikult on ülikooli huvides ja võimuses, kuid paraku ei tegeleta sellega ja ainus viis saada akadeemilist haridust erinevatest valdkondadest on mitmete teaduskraadide omandamine mis on loomulikult ajakulukas.

Viies läbi laboratoorset osa, või siis pakkudes praktika võimalust ettevõtetes annaks see tudengitele võimaluse juba oma nominaalaja jooksul saada osa nii akadeemia poolt pakutud teoreetilistest teadmistest, kui ka näha seda, kuidas neid ettevõtluses kasutatakse. Samas tekitaks see ka tugevaid sidemeid ülikooli ja ettevõtluse vahel, sest koostöö seisneb siiski mitte erinevates kanalites ja seostes, vaid inimestes. Tudengid oskaksid tänu kokkupuutele ettevõtetega paremini valida oma õppekavasid ja seega valmistuda ette tööturule astumiseks.

Teiste soovitude hulgas on näiteks ka paremad sektori analüüsid. Kui paljud analüüsid keskenduvad vaid kergesti mõõdetavatele aspektidele nagu publikatsioonid ja patendid, on oluline mõõta ka rahulolu taset ettevõtetes ja muid parameetreid mis võiksid ennustada sektoris aset leidvaid muutusi ja seega lubaksid probleemidega juba varem tegelema hakata.

Eesti biotehnoloogia strateegia on paika pandud kuni aastani 2013. Peale aruandlusperioodi on uus võimalus panna paika arengukava ja võimaluse korral kasutada ka uusi meetmeid sektori arengu edendamiseks. Biotehnoloogia strateegia saaks head sisendit intervjuuerides erinevaid osapooli mitte ainult ettevõtluse või siis riigi poolt, vaid ka näiteks ülikooli teadureid või ka tudengeid. Selleks, et koostööd edendada on mitmeid erinevaid võimalusi nagu näiteks ettevõtjate poolt peetavad loengud. Kuigi teaduse taustaga tudengitele pakutakse ka majanduse alaseid kursusi jäävad need tihti väga

kaueks ja teema võõraks. Ettevõtete esindajate poolt antud loengud annaksid võimaluse tudengitel saada paremat aimu sellest, millised on ettevõtete vajadused ja milliseid töötajaid hinnatakse kõige rohkem.

Biotehnoloogia strateegia on peatselt valmiv dokument mis annab soovitusi tulevasteks sektoraalseteks arenguteks. Antud töö tulemuseks on soovitusel mis võiksid edendada biotehnoloogia sektori arengut.

VIIDATUD ALLIKAD

1. A*STAR. Annual Survey of R&D in Singapore. Singapore: Agency for Science, Technology, and Research 2012
2. **Abramovsky, L., Harrison, R., and Simpson, H.** 2007. University Research and the Location of Business R&D, *Economic Journal*, vol. 117, C114–41
3. **Acs, Z., Audretsch, D. & Feldman, M.** (1992). Real effects of academic research: A comment. *American Economic Review*, 82, 363–367.
4. **Agarwal, Rajshree, Raj Echambadi, April M. Franco, and MB Sarkar,** 2004. Knowledge Transfer through Inheritance: Spin-out Generation, Development and Survival. *Academy of Management Journal* 47, 501-522.
5. **Almeida P, Song J, Grant R.** 2002. Are Firms Superior to Alliances and Markets? An Empirical Test of Cross-Border Knowledge Building. *Organization Science* 13: 147-161)
6. **Anselin, L., Varga, A. and Acz, Z.** 1997. Local Geographical Spillovers between university research and High Technology Innovations, *Journal of Urban Economics*, vol. 42, 422–48
7. **Armstrong, H. W.** 1993. The Local Income and Employment Impact of Lancaster University, *Urban Studies*, vol. 30, 1653–68
8. **Arundel, Anthony and Aldo Geuna,** 2004. Proximity and the Use of Public Science by Innovative European Firms. *Economics of Innovation and New Technology* 13, 559-580.
9. **Audretsch, David B. and Maryann P. Feldman,** 1996. R&D Spillovers and the Geography of Innovation. *American Economic Review* 86, 630-640.
10. **Audretsch, David B.,** 1995. *Innovation and Industry Evolution*. MIT Press,

11. **Baldwin** (1993) Towards an Integrated Europe. Centre for Economic Policy Research, London.
12. **Becker, G.** (1964), Human Capital, Chicago: The University of Chicago Press.
13. **Bennett, R., Glennerster, H. and Nevison, D.** 1995. Regional Rates of Return to Education and Training in Britain, *Regional Studies*, vol. 29, no. 3, 279–95
14. *Biotechnology in Estonia: Overview, Companies & Research.* Estonian Genome Foundation 3rd ed., 2008
15. **Black, S. and Lynch, L.** 1996 Human-capital investments and productivity, *American Economic Review*, 86: 263–268.
16. **Blumenthal, D., Campbell, E. G., Causino, N. and Louis, K. S.** (1996). Participation of life-science faculty in research relationships with industry. *N Engl J Med*, 335(23), 1734-1739.
17. **Bozeman, B., Dietz, J., Gaughan, M.,** 2001. Models of scientific careers: using network theory to explain transmission of scientific and technical human capital. *International Journal of Technology Management*.
18. **Bradley, S. and Taylor, J.** 1996. Human Capital Formation and Local Economic Performance, *Regional Studies*, vol. 30, no.1, 1–14
19. **Breschi, S. and Lissoni, F.** 2003. ‘Mobility and Social Networks: Localised Knowledge Spillovers Revisited’, CESPRI Working Paper 142, Department of Economics, Bocconi University, Milan
20. **Burk, Peeter.** Autori intervjuu. *Helisalvestis*. Tartu, 8. märts 2011. a.
21. **Cabral-Cardoso, C. J.** (2001). Too academic to get a proper job? The difficult transition of PhDs to the "real world" of industry. *Career Development International*, 6(4), 212-217.
22. **Campbell, Eric G. Joshua B. Powers, David Blumenthal and Brian Biles** Inside the Triple Helix: Technology Transfer And Commercialization In The Life Sciences *Health Affairs*, 23, no.1 (2004):64-76
23. **Cannon, E.** 2000 Human capital: level versus growth effects, *Oxford Economic Papers*, 52: 670–677.
24. **Casner-Lotto, J., and Barrington, L.** (2006). Are they really ready to work? Employers’ perspectives on the basic knowledge and applied skills of new entrants to the 21 st century United States workforce. New York: The Conference

Board. Also available:

http://www.21stcenturyskills.org/documents/FINAL_REPORT_PDF09-29-06.pdf

25. **Cass, D.** (1972). On capital overaccumulation in the aggregative, neoclassical model of economic growth A Complete Characterization", *Journal of Economic Theory* 4 (April), 200–223
26. **Cohen W, and D. Leventhal,** " Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, 1990, pp 128-152
27. **Cohen, W. M., Levinthal, D. A.** 1989. Innovation and Learning: The two faces of R&D, *The Economic Journal*, 99, 569-596.
28. **Cohen, W., Levinthal, D.** (1990) Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*. 35(1), 128–152.
29. **Cohen, W.M., Nelson, R.R., Walsh, J.P.** (2002) Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. *Management Science*. 48(1), 1-23. et al., (2002)
30. **Coleman, J. S.** 1988 Social capital in the creation of human capital, *American Journal of Sociology*, 94: S95– S120.
31. **Cooke, P.** (1998). Introduction. In: H-J. Braczyk, P. Cooke & M. Heidenreich (Eds), *Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalised World* (pp. 2–25). London: UCL Press.
32. **Cooke, Philip; Morgan, Kevin** (1998), *The associational economy: firms, regions, and innovation*, Oxford University Press, Oxford, UK.
33. **Dakhli, M. and Clercq, D.D.** (2004) 'Human Capital, Social Capital, and Innovation: a Multi-country Study', *Entrepreneurship and Regional Development: An International Journal*. Available online: 20 Feb 2007
34. **David, P. A.** 1975 *Technical Choice Innovation and Economic Growth: Essays on American and British Experience in the Nineteenth Century* (London: Cambridge University Press).
35. **David, P. A., Foray, D. and Steinmueller, W. E.** (1999). 'The research network and the new economics of science: from metaphors to organizational behaviours'. In Gambardella, A. and Malerba, F. (Eds), *The Organization of Innovation Activities in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 303–42.

36. **Davis-Blake, A., & Uzzi, B.** 1993. Determinants of employment externalization: A study of temporary workers and independent independent contractors. *Administrative Science Quarterly*, 38: 195-223.
37. **Edwards, M.G., Murray, F., and Yu, R.** (2006). Gold in the ivory tower: Equity rewards of outlicensing. *Nature Biotechnology*, 24 (5), 509-515.
38. Eesti Biotehnoloogia Liit
http://www.biotech.ee/index.php?page_id=69&lang_id=et 17. 04. 2012
39. Eesti Biotehnoloogia Programm 2009, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium
https://valitsus.ee/UserFiles/valitsus/et/valitsus/arengukavad/haridus-ja-teadusministeerium/Biotehnoloogia_programm.pdf
40. Eesti Biotehnoloogia Strateegia (2008-2013) Kukk, P., Truve, P. Eesti Biotehnoloogia Liit 2008
41. Eesti inimvara raport (IVAR): võtmeprobleemid ja lahendused (2010). Raportöör Eesti Koostöö Kogu. www.kogu.ee (20.07.2010);
42. Eesti Tuleviku-uuringute Instituut (2006). „Innovaatiline tegevus Eesti ettevõtetes 2002-2004.“ Tallinn: Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus.
43. Ernst & Young. Beyond Borders: Ernst & Young's Global Biotechnology Report 2005. EYGM Limited.
44. Ernst and Young, Biotech in Denmark 2011
45. Estonian Research & Development Strategy 2007-2013 „Knowledge-based Estonia“. State Gazette 07.02.2007.
46. **Etzkowitz H, Viale R**, Polyvalent knowledge and the Entrepreneurial University: A Third Academic Revolution? Published in *Critical Sociology*, 36, 4, 2010
47. **Etzkowitz, H.**, 1994. Academic-industry relations: a sociological paradigm for economic development, in: Leydesdorff, L., Van den Besselaar, P. (Eds.), *Evolutionary Economics and Chaos Theory: New Directions in Technology Studies*. Pinter, London, pp. 139-151.
48. **Etzkowitz, H.**, 2001. The second academic revolution and the rise of entrepreneurial science. *IEEE Technol. Soc. Magaz.*, 20: 18-29.

49. **Etzkowitz, H., Leydesdorff, L.**, 1998. The endless transition: a “Triple Helix” of university-industry-government relations, Introduction to a theme issue. *Minerva* 36, 203-208.
50. **Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., Terra, B. R. C.** (2000). The Future of the University and the University of the Future: Evolution of Ivory Tower to Entrepreneurial Paradigm. *Research Policy*, 29(2), 313-330.
51. **Ettlie, J.E.** 2000. *Managing Technological Innovation*, Wiley&Sons, Inc.
52. European Commission, 2009a. European Innovation Scoreboard 2008. Comparative Analysis of Innovation Performance. European Commission, DG Enterprise and Industry, Brussels.
53. Fact sheet about Estonian r&d system. Research policy and higher education departments. Ministry of education and research, Tartu, Estonia, 2010
54. **Fagerberg, J., Mowery, D. and Verspagen, B.** 2009. The evolution of Norway's national innovation system, *Science and Public Policy* 2009, 36 (6): 431-444
55. **Faggian Alessandra & Philip McCann**, 2009. "Human capital, graduate migration and innovation in British regions," *Cambridge Journal of Economics*, Oxford University Press, vol. 33(2), pages 317-333, March.
56. **Feinson, S.** (nd), “National innovation systems overview”, available at: www.cspo.org/products/rocky/Rock-Vol1-1.PDF
57. **Finegold, D., Wong PH, Cheah TC.** Adapting a Foreign Direct Investment Strategy to the Knowledge Economy: The Case of Singapore’s Emerging Biotechnology Cluster *European Planning Studies*, Vol. 12, No. 7, October 2004
58. Fraunhofer ISI (2003). *Research on the Estonian Biotechnology Sector Innovation System*. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
59. **Freeman, C.** (1991). Networks of innovators: A synthesis of research issues. *Research Policy*, 20, 499–514.
60. **Freeman, C.** (1995), “The National System of Innovation in Historical Perspective”, *Cambridge Journal of Economics*, No. 19, pp. 5–24;
61. **Garvin, David A.**, 1983. Spin-Offs and the New Firm Formation Process. *California Management Review* 25, 3-20.

62. **Gennaioli, N & Rafael La Porta & Florencio Lopez-de-Silanes & Andrei Shleifer**, 2011. "Human Capital and Regional Development ,"NBER Working Papers 17158, National Bureau of Economic Research, Inc.
63. **Geroski, P.**, 1995. What do we know about entry? International Journal of Industrial Organization 4, 421–440.
64. **Gestrelus, Stina** (2008), Why is Danish Life Science Thriving? A case study of the life science industry in Denmark. Stockholm: Vinnova.
65. **Gibbons, M. and R. Johnston** (1974), 'The Roles of Science in Technological Innovation', Research Policy, 3, pp. 220-242.
66. **Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. and Trow, M.** (1994) The New Production of Knowledge. Sage Publications: London.
67. **Jimeno, J., Folta, T., Cooper, A. and Woo, C.** 1997 Survival of the fittest? Entrepreneurial human capital and the persistence of underperforming firms, Administrative Science Quarterly, 42: 750–784.
68. Global Competitiveness Report, 2010-2011;World Economic Forum (2010) <http://www.weforum.org/issues/global-competitiveness> 23 04 2013
69. Global finance; Denmark Country report 2012 <http://www.gfmag.com/gdp-data-country-reports/285-denmark-gdp-country-report.html#axzz2VFFANgmf> 23 04 2013
70. **Grant, R. M.** 1996 Toward a knowledge-based theory of the firm, Strategic Management Journal, 17 (Winter, Special Issue): 109–122.
71. **Hagedoorn**, "Strategic technology partnering during the 1980s: Trends, networks, and corporate patterns in non-core technologies." Research Policy, 24: 207-231. 1995
72. **Hagedoorn**, 1993 "Understanding the rationale of strategic technology partnering: Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences." Strategic Management Journal, 14: 371-385.
73. **Harris, R. I. D.** 1997. The Impact of the University of Portsmouth on the Local Economy, Urban Studies, vol. 34, no. 4, 605–26
74. **Hilton**, 2008. Research on Future Skill Demands: A Workshop Summary. Rapporteur, National Research Council. ISBN: 0-309-11480-2

75. **Hobday, M.** (1991). Dynamic networks, technology diffusion and complementary assets: Explaining U.S. decline in semiconductors. DRC Discussion Papers, 78. Falmer, U.K.: Science Policy Research Unit, University of Sussex.
76. **Hobday, M.** (1995), Innovation in East Asia: The Challenge to Japan, E.Elgar
77. **Holbrook, J.A.D. & Hughes, L.P.**; Innovation and the Management of Human Resources; 2003; Centre for Policy Research on Science and Technology, Simon Fraser University at Harbor Centre, Vancouver, B.C.
78. **Houston, J.** (2007). Future skill demands, from a corporate consultant perspective. Presentation at the National Academies Workshop on Research Evidence Related to Future Skill Demands. Available: http://www7.nationalacademies.org/cfe/Future_Skill_Demands_
79. **Howells, J., Nedeva, M. And Georghiou, L.** (1998), Industry – Academic Links In The Uk, University Of Manchester (Prest), Manchester.
80. Innovation Union Competitiveness Report, European Union, 2011.
81. **Jaffe, A., Henderson, R. And Trajtenberg, M.** (1993), “Geographic localisation of knowledge spillovers as evidenced by patent citations”, Quarterly Journal of Economics, August.
82. **Kalm, Volli.** Autori intervjuu. Helisalvestis. Tartu, 4. märts 2011. a.
83. **Kask, I.** (2005). Eesti biotehnoloogia kuludepõhine innovatsioonimudel. Master Thesis. University of Tartu.
84. **Kask, Indrek.** Autori intervjuu. Helisalvestis. Tartu, 7. märts 2011. a.
85. **Katz, R. & Allen, T. J.** (1997). How project performance is influenced by the locus of power in the R&D matrix. In: R. Katz (Ed.), The Human Side of Managing Technological Innovation (pp. 187–200). New York: Oxford University Press.
86. **Kenney, M. and von Burg, U.** 1999 Technology, entrepreneurship and path dependence: industrial clustering in Silicon Valley and Route 128, Industrial and Corporate Change, 8: 67–103.
87. **Kilkenny, M., Nalbarte, L. and Besser, T.** 1999 Reciprocated community support and small town-small business success, Entrepreneurship & Regional Development, 11: 231–246.

88. **Kim L.** 1997. The dynamics of Samsung's technological Learning in Semiconductors. *California Management Review* 39: 86-100
89. **Kim, L.** (1997), Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's technological
90. **Kong, H.L.** (2003) Personal interview with authors, Singapore Biomedical Research Council, January.
91. **Lam, A.** (2003). 'Organizational learning in multinationals: R&D networks of Japanese and US MNEs in the UK'. *Journal of Management Studies*, 40, 673–703.
92. **Lam, A.** (2007) Knowledge Networks and Careers: Academic Scientists in Industry- University Links. *Journal of Management Studies*, 44, 993-1016.
93. **Lanciano-Morandat, C., Nohara, H.** (2004), "The New Production of Young Scientists (PhDs): A Labour Market Analysis in International Perspective". Danish Research Unit for Industrial Dynamics Working Paper No. 03-04.
- learning, Boston: Harvard Business School Press
94. **Lei, D., & Hitt, M. A.** 1995. Strategic restructuring and out-sourcing: The effect of mergers and acquisitions and LBOs on building firm skills and capabilities. *Journal of Management*, 21: 835-859.
95. **Lepak, D. P., & Snell, S. A.** 1999. The human resource architecture: Toward a theory of human capital allocation and development. *Academy of Management Review*, 24: 31-48.
96. **Leydesdorff, L.**, 2005. The evaluation of research and the evolution of science indicators. *Current Science*, 89(9), 1510-1517.
97. **Lucas, R.** 1988. On the Mechanism of Economic Development, *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, 3–42 (Lundvall and Johnson, 1994).
98. **Lundvall, B.-Å., Johnson, B., and Lorenz, E.** (2002), 'Why all this fuss about codified and tacit Knowledge?', *Industrial and Corporate Change*, No 2, pp. 245-62
99. **Lundvall, Bengt-Åke; Johnson, Björn Johnson** (1994), The learning economy, *Journal of Industry Studies*, Vol. 1, no. 2, pp. 23-42.
100. **Lundvall.** 1992. National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning London: Pinter Publishers

101. **Malhotra, Y.**, 2003. Measuring the Knowledge Assets of a Nation, Knowledge Systems for development, Ad Hoc Group of Experts Meeting, Knowledge systems for Development. United Nations Headquarters, New York City.
102. **Mangematin V, Nesta L.** 1999. What kind of knowledge can a firm absorb? International Journal of Technology Management 37(3-4): 149-172.
103. **Mankiw N, Romer D, Weil D** (1992) A contribution to the empirics of economic growth. The Quarterly Journal of Economics 106(2): 407–437 .
104. **Martin, B. and A. Salter with D. Hicks, K. Pavitt, J. Senker, M. Sharp and N. von Tunzelmann** (1996), The Relationship with Between Publicly Funded Basic Research and Economic Performance: A SPRU Review, HM Treasury, London.
105. **Martin, B., Salter, A., Hicks, D.** The relationship between publicly funded basic research and economic performance a SPRU review Science Policy Research Unit University of Sussex 1996
106. **Martinez-Roman, J.A., Gamero, J., Tamayo, J.A.**, 2011. Analysis of innovation in SMEs using an innovative capability-based on linear model: a study in the province of Seville (Spain). Technovation 31(9), 459–475.
107. **Maskell, P. and Malmberg, A.** 1999 Localised learning and industrial competitiveness, Cambridge Journal of Economics, 23: 167–185.
108. **Mathews, J.A.** (1995), High Technology Industrialization in East Asia: The Case of the Semiconductor Industry in Taiwan and Korea, Taipei: Chung-Hua Institution for Economic Research
109. Medicon Valley fact sheet, 2013
http://www.mediconvalley.com/content/us3/facts/medicon_valley_brochure
25 03 201
110. **Metcalfe, J. S.** (1995), ‘The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspective’, in P. Stoneman (ed.), Handbook of Industrial Innovation, Blackwell Press, London
111. **Mets, T.** (2006) Developing the sectorial innovation system of Estonian biotechnology. Engineering Economics, 5, 73-79.
112. **Mets, T., Leego, M., Talpsep, T. & Varblane, U.** “The Role of Intellectual Property Protection in the Business Strategy of University Spin-Off Biotech

Companies in a Small Transition Economy”, *Review of Central and East European Law*, Vol. 32, 19–40.

113. **Miles, R., & Snow, C. C.** 1992. Causes of failure in network organizations. *California Management Review*, 28: 62-73.
114. **Mueller, Pamela**, 2005 Exploring the Knowledge Filter: How Entrepreneurship and University-Industry Relations Drive Economic Growth *Small Business Economics* Volume 28, Number 4 (2007), 355-362, DOI: 10.1007/s11187-006-9035-9
115. **Narula, R** 2002. Innovation systems and ‘inertia’ in R&D location: Norwegian firms and the role of systemic lock-in. *Research Policy*, 31, 795–816.
116. **Nelson, R. & Winter, S.** (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
117. **Nelson, R.** (2000). National innovation systems. In: Z. Acs (Ed.), *Regional Innovation, Knowledge and Global Change* (pp. 11–26). London: Pinter.
118. **Nelson, R. and R. Levin** (1986), “The Influence of Science, University Research and Technical Societies on Industrial R&D and Technical Advance,” Policy Discussion Paper Series No 3, Research Programme in Technological Change, Yale University, Newhaven, Connecticut, 1986
119. **Nelson, R. R.** (1993). *National innovation systems: A comparative analysis*. New York: Oxford University Press.
120. **Nelson, Richard**, "Institutions Supporting Technical Advance in Industry," *American Economic Review* 76 (1986), 186-189.
121. **Niosi, J.** (2002). National systems of innovations are x-efficient. (and x-effective): Why some are slow learners, *Research Policy*, 31.
122. OECD Biotechnology Statistics (2009).
123. OECD National Innovation Systems, 1997
124. OECD Nomenclature generale des Activites economiques dans les Communautés europeennes (NACE); <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=1713>
125. OECD, Biotechnology Statistics Database, May 2011
126. OECD, Main Science and Technology Indicators Database, May 2011

127. **Okamoto, Y.** (2010), "A Comparative Study on Biotechnology Companies in Sweden and Denmark: Why Do They Perform Differently?", Doshisha University Policy Studies 4 (March).
128. **Oliver, A. & Liebeskind, J.P.** (1998), 'Three levels of networking for sourcing intellectual capital in biotechnology', *International Studies of Management and Organization*, Vol. 27, No. 4, pp. 76-103..
129. **Perkmann M, Walsh K**, University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda (review article), *International Journal of Management Reviews*, 2007, Vol:9, Pages:259-280
130. **Persson, L. O.** 2002. The Impact of Regional Labour Flows in the Swedish Knowledge Economy, pp. 221–37 in Higano, Y., Nijkamp, P., Poot, J., and vanWyk, K. (eds), *The Region in the New Economy: An International Perspective on Regional Dynamics in the 21st Century*, Aldershot, Ashgate;
131. **Pfeffer, J., & Baron, J.** 1988. Taking the workers back out: Recent trends in the structuring of employment. In L. L. Cummings & B. M. Staw (Eds.), *Research in organization-al behavior*, vol. 10: 257-303. Greenwich, CT: JAI Press.
132. **Pierson, P** 2000. Increasing returns, path dependence, and the study of politics. *American Political Science Review*, 94(2), 251–267.
133. **Porter, M.** 1990. *The Competitive Advantage of Nations*, New York, Free Press
134. **Powell, W. W. and Owen-Smith, J.** (1998). 'Universities and markets for intellectual property in the life sciences'. *Journal for Policy Analysis and Management*, 17, 2, 253–77.
135. **Powell, Walter W., Kenneth W. Koput, and Laurel Smith-Doerr.** 1996. "Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology." *Administrative Science Quarterly* 41: 116-45.].
136. **Power, D. and Lundmark, M.** 2004. Working through Knowledge Pools: Labour Market Dynamics, the Transference of Knowledge and Ideas, and Industrial Clusters, *Urban Studies*, vol. 41, no. 5–6, 1025–44
137. **Poyago-Theotoky, J., Beath, J., & Siegel, D.** (2002). Universities and fundamental research: policy implications of the growth of university–industry partnerships. *Oxford Review of Economic Policy*, 18, 10–21.

138. **Prais, S. J.** 1995 Productivity, Education and Training: An International Perspective (Cambridge: Cambridge University Press).
139. **Purcell, K., Rowley, G. and Morley M.** (May 2002) Employers in the New Graduate Labour Market: recruiting from a wider spectrum of graduates. London: Council for Industry and Higher Education
140. **Põllo, Helen.** Autori intervjuu. Helisalvestis. Tartu, 4. märts 2011. a..
141. **Quinn, J. B.** 1992. Intelligent enterprise. New York: Free Press.
142. **Rebane, Egle.** Autori intervjuu. Helisalvestis. Tartu, 8. märts 2011. a.
143. **Reiss, T.,** BioPolis - Inventory and analysis of national public policies that stimulate research in biotechnology, its exploitation and commercialisation by industry in Europe in the period 2002–2005. National Report of Estonia
144. **Rodrigues,** Universities, the Second Academic Revolution and Regional Development: A Tale (Solely) Made of “Techvalleys”? European Planning Studies (02/2011)
145. **Romer P** (1990) Human capital and growth: theory and evidence. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 32: 251–286
146. **Romer, P.** 1986. Increasing Returns and Long Run Growth, Journal of Political Economy, vol. 94, 1002–37
147. **Rothwell, R.** (1992). Successful industrial innovation: Critical success factors for the 1990s. R&D Management, 22 (3), 221—239.
148. **Rothwell, R.** Towards the Fifth-generation Innovation Process // Henry, J., Mayle, D. (eds) Managing Innovation and Change, (2-nd ed.) London: SAGE Publications. 2002, p. 115-135.
149. **Rothwell, Roy** (1983): Creating a regional innovation-oriented infrastructure: The role of public procurement. Paper submitted to the Conference on Public Procurement and Regional Policy. University of Neuchâtel (31.10-1.11.1983)
150. **Rousseau, D. M.** 1995. Psychological contracts in organizations: Understanding written and unwritten agreements. Thousand Oaks, CA: Sage.
151. **Samara E., Georgiadis P., Bakouros Y.,** “The impact of Innovation Policies on the performance of National Innovation Systems: A system dynamics analysis”, Technovation, Vol. 32, pp. 624-638, 2012.

152. **Schartinger, D., Rammer, C., Fischer, M. M., Fröhlich, J.** (2002) Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants. *Research Policy* 31(3), 303–328.)
153. **Schultz, T. W.** (1961). Investment in Human Capital. *American Economic Review*, 51, 1-17.
154. **Schumpeter, J. A.** (1939). *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process I-II*. Philadelphia: Porcupine Press.
155. **Schumpeter, J.A.** (1971). The fundamental phenomenon of economic development, in Kilbey (Ed.), *Entrepreneurship and economic development*, New York:Free-Press, pp.43-70
- Sheth, J.N., Sisodia, R.S. (1999). Revisiting marketing's lawlike generalizations, *Journal of the Academy of Marketing Sciences*, 17 (1), 71-87
156. Scientific American Worldview Scorecard, 2012
157. **Senker, J** (1995): 'Tacit knowledge and models of innovation' *Industrial and Corporate Change*, 4, 2, pp425-47.
158. **Seppo, M** Taustamaterjal TiPSi 4. seirevaldkonna seminariks (2011)
159. **Siegel, R., Siegel, E. and MacMillan, I. C.** 1993 Characteristics distinguishing high-growth ventures, *Journal of Business Venturing*, 8: 169–180.
160. Singapore Economic Development Board, 2012
<http://www.edb.gov.sg/content/edb/en/industries/industries/pharma-biotech.html>
25 03 2013
161. **Snow, C. C., Miles, R., & Coleman, H.** 1992. Managing 21st century network organizations. *Organizational Dynamics*, 20(3): 5-20.
162. **Solow R** (1956) A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics* 70: 65–94)
163. **Szulanski G, Jensen RJ.** 2001. Facilitating knowledge transfer: an empirical investigation of the role of the template. Wharton school: Reginald H Jones working papers.
164. **Starast, M.**, Biotehnoloogia strateegia lähtealused Eestis. Conspectus
165. **Zawislak, P.A.; Dalmarco, G.** (2010) The Silent Run: New Issues and Outcomes for University-Industry Relations in Brazil. In: 19th International Conference on Management of Technology, 2010, Cairo, Egypt.

166. **Tamm, A., Vaade, V.** Kõrgkoolide 2006. Aasta Viliistlaste Uuring, Klaris Uuringud OÜ Tartu Ülikooli tellimusel.
167. Teadmistepõhine Eesti. Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia 2007-2013. Haridus- ja teadusministeerium, 2007, 50 lk
168. The IMD World Competitiveness Yearbook. Geneva, Switzerland: Institute for Management Development, 2003
169. The Supply and Demand for Skills in the Biotechnology Sector - Forfás - Ireland's Policy Advisory Board For Enterprise, Trade, Science, Technology and Innovation available at:
<http://www.forfas.ie/publications/2003/title,849,en.php> (2011-11-02)
170. **Truve, Erkki.** Autori intervjuu. Helisalvestis. Tartu, 8. märts 2011. a.
171. **Uusna S, Põllo H ja Laidmets M.** Seletuskiri „Ülikooliseaduse, rakenduskõrgkooli seaduse ja teiste seaduste muutmise seaduse” eelnõu juurde 2006 ,
172. **Varblane, U., Mets, T., Ukrainski K.,** Role of university– industry–government linkages in the innovation processes of a small catching-up economy industry & higher education Vol 22, No 6, December 2008, pp 1–14
173. **Varblane, Urmas; Mets, Tõnis; Ukrainski, Kadri; Võõras, Madis** (2007). The role of the Triple Helix linkages in the national innovation system of the small catching up economy. National University of Singapore, 2007, 1 - 18.
174. **Whitley, R. D.,** 1984. The Intellectual and Social Organization of the Sciences. Oxford University Press, Oxford.
175. **Wright, P. M., Dunford, B. B., & Snell, S. A.** (2001). Human resources and the resource-based view of the firm. Journal of Management, 27: 701-721.
176. **von Hippel, C., Mangum, S. L., Greenberger, D. B., Heneman, R. L., & Skoglind, J. D.** 1997. Temporary employees: Can organizations and employees both win? Academy of Management Executive, 10(1): 93-104.
177. **Wong, Poh-Kam.** 1999. 'National Innovation System for Rapid Technological Catch-up: An Analytical Framework and a Comparative Analysis of Korea,Taiwan and Singapore' . Paper presented at the DRUID Summer Conference on National Innovation

LISAD

Lisa 1.

Uuringu lõpplikusse valimisse kuulunud ettevõtete ülevaade. Ettevõtte X on ettevõtte mis küll vastas küsimustikule, kui mille nimi ei ole teada.

Name of the company	Core ELISCO	T&A	Müük	Teenus	Tootmine
Asper Biotech AS	x	X		x	
Bioatlas OÜ			x		x
FibroTx OÜ	x	X			
Genorama OÜ	x			x	
IB Genetics OÜ	x	X		x	
Inbio OÜ			x		
Kemotex Bio OÜ			x		
Naxo OÜ			x		
Pharmasynt AS				x	x
Protobios OÜ	x	X			
Quantum Eesti AS			x	x	

Solis Biodyne OÜ	x	X	x		x
TBD-Biodiscovery OÜ				x	x
Company X					

Lisa 2

Küsimustik

Mitu inimest on hetkel Teie ettevõttes tööl?

Mitu inimest järgneva haridusliku taustaga on Teie ettevõttes tööl?

Mitu inimest järgnevatest kõrgkoolidest on Teie ettevõttes tööl?

Palun nimetage kolm eriala ja ülikooli kust on pärit suurim hulk Teie ettevõtte töötajaid ja märkige ära mitu töötajat vastavast erialast on hetkel Teie ettevõttes tööl (näiteks-Tartu Ülikool, biomeditsiin-4).

Mitu inimest järgneva haridustasemega on Teie ettevõttes tööl?

Palun märkige vastava ametikoha ja haridustasemega töötajate arv.

Palun märkige ära mitmel inimesel Teie ettevõttes on ettevalmistus enamas kui kahes valdkonnas (hariduslik taust ja/või pikaajalised kogemused) ja millised on need valdkonnad?

Palun märkige ära mitu inimest Teie ettevõttest on välisriigi kodanikud, kes ei ole Eesti Vabariigi alalised elanikud ja mis on nende päritolumaa?

Milliste haridusliku taustaga inimesed on vajalikud ettevõtte eesmärkide saavutamiseks?

Millise haridustasemega inimesed on vajalikud ettevõtte eesmärkide saavutamiseks?

Mitu inimest järgneva haridusliku taustaga olete palganud viimase kolme aasta jooksul?

Mitu inimest järgneva haridustasemega olete palganud viimase kolme aasta jooksul?

Millise haridusliku taustaga (nt. Humanitaarteadused) ja mitmest inimesest on Teie ettevõttes hetkel kõige suurem puudus?

Millise haridustasemega (nt. Bakalaureuse kraad) ja mitmest inimestest on Teie ettevõttes hetkel kõige suurem puudus?

Kas Teie ettevõttes on vajadust töötajate järgi kellel on olemas erialane litsents või sertifikaat? Kui selline vajadus on olemas, palun täpsustage milline litsents või sertifikaat.

Kas hetkel palgatud tööjõud vastab ettevõtte tuleviku visioonidele?

Millised piirangud takistavad Teid palkamast tuleviku visioonidele vastavat töötajat?

Kas tööjõudu on võimalik koolitada ettevõtte siseselt?

Kui vastasite eelnevale küsimusele jaatavalt, siis palun täpsustage, milliseid koolitusi olete ettevõttes pakkunud.

Milliseid oskusi väärtustatakse Teie ettevõttes?

Kui oluliseks peate ettevõtte inimkapitali?.

Millised isikuomadusi väärtustatakse Teie ettevõttes?

Lisa 3

Küsimused intervjueeritavatele:

-Hinnata ettevõtete vajaduste mõju ülikoolide õppekavadele

-Hinnata, kas ettevõtete nõudlus on tasakaalus ülikoolide poolt pakutavaga

-Hinnata, kas tööjõuturg on pigem pakkumise või nõudluse poolt kujundatud

-Hinnata ettevõtete vajadusi

- Hinnata ettevõtete vajadusi majanduskasvu aspektis (kas Te arvate, et meie ettevõtetel on sama palju biolooge vaja kui 2 aastat tagasi?)
- Hinnata RKT vastavust riigi eesmärgile stimuleerida ettevõtlust ja majanduskasvu (Kas võetakse arvesse seda, milline lõpetajate proportsioon oleks parim majanduskasvule)
- Hinnata kombineeritud hariduse vajadust ja selle tulevikuprospektiivi
- Anda kvalitatiivne ja kvantitatiivne hinnang RKTle
- Anda hinnang RKT kujunemisele
- Anda hinnang RKT muutumisele ajas (Miks on RKT jäänud suhteliselt stabiilseks? Kas me olene jõudnud platoole?)
- Anda hinnang Eesti kõrgharidus asutuste poolt pakutava hariduse konkurentsivõimele
- Millisena kujutatakse Eesti biotehnoloogia ettevõtte ideaalset töötjat? (teadmised, oskused, suhtumine, Eesti/välismaa, ülikool, õppekava, kraad)
- Anda hinnang hetkel biotehnoloogia sektoris töötavate inimestele
- Anda hinnang hetkel biotehnoloogia

RESÜMEE

The role of universities as human resource provider in Estonian biotechnology sector

Biotechnology is set by the Estonia government as one of the key areas. Since biotechnology is research intensive and has very high added value, development of this sector could bring economic benefits to the whole country. Estonia has a rather large percentage of people who have been educated in the field of sciences. This creates a perfect possibility for a sector to develop, since human resources should not be a limiting factor.

Unfortunately this is not the case. Currently there are about 50 companies active in that field with over 400 people being employed. These numbers show that the sector is not very large and most companies are there to provide services for the universities or other multinational companies outside Estonia. There are two centres in Estonia- one is in Tallinn and consist mostly of Technical University in Tallinn and the other one is in Tartu and is set around the University of Tartu.

At the basis of competitive economy lies innovation. Knowledge created in universities, industry and governments, or especially at the intersection point of these institutions is the source for innovation. Thanks' to exchange of knowledge, collaboration and common problem solving new ideas are born. While most of the literature on knowledge creation is based on patents, publications or other means that can be easily quantified, the people with their skills and tacit knowledge are the ones who are responsible for transfer of knowledge from universities to industry.

The present study deals with human capital issue rather than human resources in the biotechnology sector. Human capital is seen on a more individual basis as people who contribute to development of organisation with their knowledge, skills and experiences.

The goal of the study was to give recommendations for improving the role of universities in Estonian biotechnology sector as human capital provider. To reach the goal following tasks were set:

- 1) To analyse human capital within the framework of innovation systems
- 2) To find points of contact with the human asset, the labour market and innovation;
- 3) To describe the opportunities for cooperation between the companies and the industry;
- 4) To describe the role of universities in knowledge production;
- 5) To describe the national innovation strategy;
- 6) To compare countries based on their innovation strategy;
- 7) To give an overview of the Estonian biotechnology sector;
- 8) Based on the questionnaires and interviews, to provide an overview of the current situation of university-industry relationship and the related development of the human capital in Estonian biotechnology sector;
- 9) Compare the findings of previous studies and give recommendations for improvement of university's role as a provider of human capital for the biotechnology sector.

The study consists of two parts. The first one gives a theoretical overview of innovation systems, the role of universities and industry in it and importance of their collaboration. Human capital is seen as the most important collaboration channel between universities and industry. Different counties and their regional innovation systems are compared.

Counties are selected on the basis of their innovation index. Singapore is one of the positive examples of biotechnology sector and is largely influenced by governmental strategies. In Denmark there is a very strong linkage between universities and industry that contributes to their economic well-being. While in Ireland similarly to Estonia there is a very strong academic tradition, these counties have been categorised by a lower innovation index.

The second part of the study consisted of an overview of Estonian biotechnology sector and of an empirical study. Estonian biotechnology companies were sent an online questionnaire that focused on human capital issues. In order to interpret the results of the questionnaire six interviews were conducted with representatives of the government, university and industry.

The basic outcome of the study is that education in Estonia is highly academic and is not suitable for the industry. Since the goal of the study were recommendations for improving the role of universities in Estonian biotechnology sector as human capital provider following solutions were proposed:

Collaboration:

- Participation in networks;
- Involvement of industry representations in development of strategies of the university;
- Outsourcing professionals with the background in science marketing from other counties;
- Increasing collaboration with other universities;
- Strengthening the role of science parks and incubators;
- Internships for student in industry;
- Interdisciplinary curriculum;
- Subjects given by entrepreneurs within university.

Other:

- Analysis of the biotechnology sector;
- Changes in governmental strategy;
- Increasing of the scholarships for PhD student;
- Popularisation of science subjects in high schools;
- Usage of latest methods in universities;
- Intensifying vocational training;

From the possible solutions offered to the problems of biotechnology sector in Estonia the most important one is increasing the collaboration between universities and industry. There is a strong historic background in Estonian academic field, so changes are not easily made. Also the current understanding is that the role of universities is to educate future scientist, and not labour force for the industry. Since there is a fundamental disagreement between universities and industry, to understand the needs of each other collaboration is crucial. The government does not see its role as a provider of environment where universities could be the provider of human capital that would meet the needs of the biotechnology sector. The way universities and industry operate differs also in the time that it takes to make a change. While curricula's are not changed even on yearly basis it can take a very short time for a company to find a suitable employee with skills that they are currently lacking. Unfortunately the interviewees representing the biotechnology sector had difficulties finding suitable employees from the graduates of our universities because they lack practical skills needs for laboratory work. There is also lack of skills for the managerial level where people would have to be competent in both biotechnology and either marketing, economics or law.

There is a lack of studies on the needs of the biotechnology sector in Estonia. Because of that, neither the industry itself nor the government has a clear overview of the problems within the industry. Estonian biotechnology strategy was set until the year 2013. After some follow-up period, new strategy has to be set. The new strategy would

benefit a lot from conducting a study that would take into account also the human capital needs of the sector. Also, the strategy should incorporate different ways to improve collaboration between universities and industry.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Katrin Tomson (sünnikuupäev 03 12 1984) annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Ülikooli roll inimvara tootjana Eesti biotehnoloogia sektori näitel“ mille juhendajad on Urmas Varblane ja Kadri Ukrainski reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni; üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus _____ (kuupäev)